Untersuchungen über die Wachstumsvorgänge bei den Getreiden unter dem Einfluß verschiedener Saattiefen.

Von der K. Technischen Hochschule zu München

zur Erlangung der Würde eines

Doktors der technischen Wissenschaften

genehmigte Dissertation.

Vorgelegt von

Ernst Niggl.

AGAD. LANDRAT. BIBL.

Referent:
Prof. Dr. Carl Kraus.

Korreferent:
Prof. Dr. August Schnider.

München, 1907.
Pössenbacher'sche Buchdruckerei (Klöck & Giehrl), Herzogspitalstraße 19.

Einleitung.

Zu den wichtigsten Punkten der Getreidekultur gehört die richtige Bemessung der Aussaattiefe.

Die Praxis hat dies von jeher anerkannt; wir finden schon in der älteren landwirtschaftlichen Literatur, so bei Thaer, Ugazy und anderen Angaben über die Tiefe, in welche die Getreidekörner gebracht werden müssen, damit die Keimlinge zuverlässig auflaufen und zur vollkommenen Ausbildung gelangen. So ist es begreiflich, daß man schon vor langer Zeit daran ging, durch Versuchsanstellungen über die zweckmäßige Aussaattiefe bei den verschiedenen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen Aufschlüsse zu erhalten. Eine wesentliche Förderung erfuhr die Frage durch die Versuche von Ugazy, Tietschert, Ekkert, Wollny, Stößner u. a. Eine zusammenfassende Bearbeitung des Gegenstandes mit eingehender Behandlung der Versuchsliteratur verdanken wir Wollny[1]), der selbst zahlreiche Versuche angestellt hat.

Die vorliegenden Untersuchungen sollen einen weiteren Beitrag zu der Frage liefern und zwar speziell betreffend das Verhalten der verschiedenen Getreide bei verschiedenen Aussaattiefen, worüber manche Widersprüche bestehen, sowohl hinsichtlich der Versuchsergebnisse und der daraus gezogenen praktischen Schlußfolgerungen als hinsichtlich der praktischerseits empfohlenen Aussaattiefen.[2])

---

[1]) Wollny, Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. Berlin, Verlag von Paul Parey, 1885.

[2]) Burger, Lehrbuch der Landwirtschaft. Stuttgart, 1832.

v. Schwerz, Anleitung zum praktischen Ackerbau, 2. Band. Stuttgart-Tübingen, 1837.

A. Thaer, Grundsätze der rationellen Landwirtschaft. Stuttgart, 1839.

Von besonderem Interesse war es dabei, den Ursachen nachzugehen, welche die abweichende Empfindlichkeit der verschiedenen Getreidegattungen gegen größere Saattiefen bedingen. Es liegen aber auch Anhaltspunkte für die Vermutung vor, daß schon bei verschiedenen Sorten der gleichen Art Differenzen im Verhalten bei größeren Aussaattiefen sich geltend machen.

Aus Versuchen, die darin bestanden hätten, Kulturen in verschiedener Saattiefe anzulegen und die Erträge zu bestimmen, war für den gedachten Zweck nichts Besonderes zu erwarten. Es mußten vielmehr die Entwicklungs- und Wachstumserscheinungen der Pflanze selbst bei verschiedenen Aussaattiefen beobachtet werden.

Die Literatur enthält auch nach dieser Richtung wertvolles Material, welches aber näher zu prüfen und durch weitere Untersuchungen zu ergänzen war.

Die vorliegenden Untersuchungen dürften einen Beitrag zur Klärung mancher bisher wenig oder gar nicht beachteten, aber zum Verständnis der Folgen verschiedener Saattiefen wichtiger Punkte geben.

Befaßt man sich mit Versuchen über Aussaattiefen, so wird klar, daß, wenn die Technik der Ausführung nicht mit größter Sorgfalt bemessen wird, Widersprüche in den Ergebnissen unausbleiblich sind. Bei manchen der älteren Versuchsanstellungen scheint dem Verfasser gerade in technischen Mängeln die Ursache der abweichenden Ergebnisse gelegen zu sein. Auch bei den eigenen Beobachtungen mußte mancher mühsam durchgeführte Versuch ausgeschaltet werden, weil durch Übersehen irgend eines anscheinend geringfügigen Umstandes das Resultat in der störendsten Weise

---

Hamm, Grundzüge der Landwirtschaft. Braunschweig, 1854.
Schneitler, Die neueren Erfahrungen über Drillkultur. Berlin, 1865.
Rosenberg-Lipinski, Der praktische Ackerbau. Breslau, 1866.
Schumacher, Der Ackerbau. Wien, 1874.
Haberlandt, Allgemeiner landwirtschaftlicher Pflanzenbau. Wien, 1879.
Werner, Handbuch des Getreidebaues. Bonn, 1885.
Blomeyer, Die Kultur der landwirtschaftlichen Nutzpflanzen, 1. Band. Leipzig, 1889.

beeinflußt worden war. Ferner sind viele der bisherigen Versuche in zu geringem Maßstabe, oft nur als Topf- oder Kastenversuche, durchgeführt worden; derartige Kulturen schließen aber eine gewisse Vernichtungs- und Schädigungsziffer, die bei Freilandversuchen durch unvorhergesehene und unvermeidliche Einflüsse, wie Dürre, Frost, Schnee, Hagel, Vögel- und Insektenfraß und dergleichen bedingt ist, nahezu aus; „Die Pflanze kann", wie Stößner sagt, „nicht zeigen, inwieweit sie den Kampf ums Dasein zu bestehen vermag."[1])

Will man also aus den Ergebnissen eine praktische Nutzanwendung ziehen, so steht man vor Unsicherheiten.

Es können aber bei Topfversuchen auch Zufälligkeiten im Spiele sein, deren störende Wirkung im Resultate um so schwerer empfunden wird, je kleiner die Anlage des Versuches ist.

Verfasser hält aus diesem Grunde dafür, daß Topf- und Kastenversuche *für sich allein* keine praktisch verwertbaren Daten geben, daß sie aber wohl geeignet sind, zu Versuchen größeren Umfangs brauchbares Ergänzungs- und Vergleichsmaterial zu liefern.

Auf Grund dieser Erwägungen wurden zu dieser Frage auf dem landwirtschaftlichen Versuchsfelde der Technischen Hochschule München im Jahre 1904 und 1905 *Freilandversuche* ausgeführt und nebenbei *Kasten- und Topfversuche* angestellt, die ausschließlich vergleichenden Beobachtungen dienten.

Der Boden, auf dem die Freilandversuche stattfanden, ist kieshaltiger, humoser, kalkreicher, lehmiger Sand.

Die mechanische Zusammensetzung der Feinerde ist (nach den Bestimmungen von Dr. Eberhart mit dem Schöne'schen Apparat) folgende:

Teilchen 2 mm	Durchmesser	— 7 mm	Geschwindigkeit	= 38.665 %
„ > 2 mm	Geschwindigkeit	< 7 mm	„	= 8,450 „
„ > 1 mm	„	< 2 mm	„	= 7,070 „
„ > 0,2 mm	„	< 1 mm	„	= 15,555 „
„ < 0,2 mm				= 30,260 „
				100,000 %

Der Kalkgehalt des Bodens beträgt 4,25 %.

[1]) *Stößner*, Untersuchungen über den Einfluß verschiedener Saattiefen. Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1887, Bd. 16, S. 34.

Auf Beeten von je 12 qm Fläche wurden je fünf (beziehungsweise im Jahre 1905 je vier) Abteilungen abgesteckt und auf jeder Abteilung die Saat in der Tiefe von 2, 3, 6, 9 und 12 cm (beziehungsweise 1905 von 3, 6, 9 und 12 cm) untergebracht. Der Boden wurde durch Walzen soweit angedrückt, daß ein meßbares Setzen nicht mehr stattfand. Die Aussaat erfolgte nach dem Dibbelverfahren mittels eines trokarähnlichen Instrumentes, durch das die gewünschte Tieflage genau und unzweifelhaft erreicht wurde.

Die Entfernung der Körner betrug 3 cm, die Entfernung der Reihen 12 cm.

Auf je ein Beet wurde angebaut:

Frühjahr 1904

1. Saumur-Sommerweizen, Lupitzer Sommerweizen.
2. Gewöhnlicher Sommerroggen, sächsischer Sommerroggen.
3. Hanna-, Chevalier-, Probsteier, Imperialgerste.
4. Hopetoun-, Anderbecker, Probsteier, Sechsämter Hafer.

Herbst 1904.

1. Square head-, Mold's red prolific-, Frankensteiner, Nordstrandweizen.
2. Petkuser, Pirnaer, Schlanstedter Roggen.

Frühjahr 1905.

1. Kolben-Sommerweizen, Lupitzer Sommerweizen.
2. Sommerroggen wie 1904.
3. Gerste wie 1904.
4. Hafer wie 1904.

Die Untersuchungen sollten sich erstrecken auf das Auflaufen und die anfängliche Entwicklung der Pflanzen, dann auf die Unterschiede in der Gliederung des unterirdischen Halmteiles, mit der die Bestockung zusammenhängt.

Leider wurden die Versuche in verschiedenen Reihen teilweise durch die Fritfliege gestört. Dies nötigte zur Ausscheidung eines Teils des Materials im späteren Entwicklungszustande und behinderte dessen Verwertung in manchen Punkten, deren genaue Feststellung anderenfalls die Versuchsanstellung gestattet hätte. Bemerkenswert ist, daß die Saaten verschiedener Tiefe entsprechend dem verschieden raschen Erscheinen an der Erdoberfläche von der Fritfliege in verschiedenem Maße befallen wurden.

I. Das Auflaufen bei verschieden tiefer Saat.

Die Angaben älterer landwirtschaftlicher Schriftsteller, wie Thaer, Schwerz, Burger u. a. über die zweckmäßige Tiefe der Aussaat stützen sich auf praktische Erfahrungen oder kleinere gelegentliche Versuche. Übereinstimmend fordern sie eine flachere Unterbringung der Saat, die günstigere Keimungs- und Entwicklungsbedingungen gewährleiste als die Tiefsaat und begründen damit ihre Stellungnahme zu der Breitsaat gegenüber dem damals üblichen Unterpflügen auf 4—5" (11—13 cm).

Die ältesten, umfangreicheren Versuche sind die von Ugazy.[1]) Dieser schreibt hierzu:

„Nahe an der Oberfläche kann jeder Theil von dem ersten Augenblick seines Bestehens bequemer ins wirkende Leben übergehen, als wenn im Gegentheile durch ein zu tiefes Verscharren des Samenkorns der Pflanze die zu ihrer Auflebung erforderlichen Elemente: Licht und Luft versperret und ihr durch eine zu schwere Last der Erde unübersteigliche Hindernisse entgegengestellt werden. Solche Pflanzen tragen meistenteils das Bild der Kümmerniß an sich und sterben größtentheils im Gedränge der übrigen als geborene Schwächlinge ab. Ich muß gestehen, daß diese Tatsachen meine ganze Aufmerksamkeit umsomehr beschäftigen, als man allgemeyn für das tiefe Unterackern des Getreidesamens ohne genügenden Grund eingenommen ist."

„Um die zuträglichste Tiefe für die gewöhnlichsten Getreidesamen mit mehr Bestimmtheit zu ermitteln", machte Ugazy im März 1818 einen vergleichenden Versuch mit Sommerweizen, Sommerroggen und Sommergerste und im Oktober desselben Jahres einen Versuch mit Winterkorn.

Diese mit großer Genauigkeit durchgeführten Versuche zogen alle maßgebenden Faktoren, wie Witterung, Bodenverhältnisse, Saatzeit und Körnergewicht in Berücksichtigung und lassen auch hinsichtlich der wirklich erreichten Saattiefe keinen Zweifel aufkommen.

Nachfolgendes sei aus Ugazy's Tabellen, soweit sie die Keimung berühren, mitgeteilt.

---

[1]) B. M. Ugazy, Vollständige auf Versuche und Erfahrung gegründete Abhandlung über den Anbau der Getreidesamen, hinsichtlich der ihnen zuträglichen Tiefe und des Flächenraumes, in welchem sie zuverlässig gedeihen und zum höchsten Ertrag gebracht werden. Wien, 1822.

sichersten gedeihen und welcher Ertrag von denselben nach der Verschiedenheit dieser Tiefen erfolgt ist.

Benennung der angebauten Samengattung	Datum des vorgenommenen Baues	Von diesen Früchten ist folgende Anzahl Körner gebaut worden	Diese 300 Körner hielten an Gewicht		Dieselben wurden in die Erde gelegt	Die Pflanzenkeime kamen zum Vorschein	Dem Anbau nach in der Zeit von	Von den 300 Körnern	
			einzelne	zusammen				keimten und gelangten zur Reife	erzeugten Halme mit Ähren
Sommerweizen	26. März 1818	300	$^{24}/_{32}$ Lot	$4^{16}/_{32}$ Lot	Auf d. Oberfläche	21. IV. 1818	26 Tagen	16	68
		300			2,6 cm	10. „ „	15 „	264	305
		300			5,2 „	13. „ „	18 „	255	285
		300			7,8 „	17. „ „	22 „	129	144
		300			10,4 „	20. „ „	25 „	76	81
		300			13,0 „	22. „ „	27 „	14	14
Sommerkorn	26. März 1818	300	$^{17}/_{32}$ Lot	$2^{14}/_{32}$ Lot	Auf d. Oberfläche	19. IV. 1818	24 Tagen	42	106
		300			2,6 cm	10. „ „	15 „	249	476
		300			5,2 „	14. „ „	19 „	195	360
		300			7,8 „	16. „ „	21 „	65	102
		300			10,4 „	21. „ „	26 „	3	3
		300			13,0 „	–	—	—	—
Sommergerste	27. März 1818	300	$^{22}/_{32}$ Lot	$4^{4}/_{32}$ Lot	Auf d. Oberfläche	18. IV. 1818	22 Tagen	12	76
		300			2,6 cm	10. „ „	14 „	288	390
		300			5,2 „	15. „ „	19 „	198	224
		300			7,8 „	18. „ „	22 „	64	98
		300			10,4 „	20. „ „	24 „	6	16
		300			13,0 „	22. „ „	26 „	1	2

Auszug aus Ugazy's Tabelle II.

Über einen am 2. Oktober 1818 vorgenommenen Versuch zur Erhebung derjenigen Erdtiefe, welche der Keimkraft des Winterkorns die zuträglichste ist.

Nummer der Versuche		1	2	3	4	5	6
Tiefe der angebauten Körner	von cm	auf die Oberfläche gelegt	0	2,6	5,2	7,8	10,4
	bis cm		2,6	5,2	7,8	10,4	13,0
Anzahl der angebauten Körner		576	576	576	576	576	576
Hiervon sind aufgekeimt		173	490	276	145	23	3
Sind Halme mit Fruchtähren zur Reife gelangt		269	689	548	413	136	0

Ugazy bringt damit die ersten zahlenmäßigen Belege dafür, daß das „Optimum" des Auflaufens bei einer bestimmten Tiefe (in den Versuchen bei 2,6 cm oder doch in nächster Nähe dieser Tiefe) zu suchen ist und daß mit zunehmender Tiefe die Zahl der aufgelaufenen Pflanzen bei Roggen rasch, bei Weizen und Gerste allmählicher abnimmt.

Die rascheste Entwicklung — 14 bis 15 Tage nach der Aussaat — erfolgte ebenfalls in der flachen Lage von 2,6 cm. Einer tieferen Lage entspricht eine fortschreitende Verzögerung von 2 bis 3 Tagen; die an der Oberfläche liegenden Körner keimten um 8 bis 10 Tage später als die mit 2,6 cm Erde bedeckten; eine Erscheinung, die durch neuere Forschungen bestätigt und auch begründet ist.

Ugazy's Ausführungen waren von weitgehender Bedeutung in einer Zeit, in der nur die beiden Extreme — Breitsaat und Unterpflügen auf 4 bis 5" — üblich waren; sie waren aber auch bahnbrechend für die weitere Forschung auf diesem Gebiete.

Sprengel[1]) äußert sich folgendermaßen:

„Die Samen der verschiedenen Pflanzen verhalten sich hinsichtlich der Tiefe der Unterbringung sehr verschieden, indem die einen tief, die andern nur sehr flach mit Erde bedeckt werden dürfen, wenn sie keimen und schöne Pflanzen liefern sollen."

[1]) Sprengel, Meine Erfahrungen im Gebiete der Pflanzenkultur, 1847.

Er machte Versuche mit Roggen, der im Oktober in sandigem Lehmboden gesät wurde und beobachtete folgendes:

bei Zoll =	cm Tiefe	kam zum Vorschein	die Körner lieferten Pflanzen
1/2	1,3	nach 11 Tagen	7/8
1	2,6	„ 12 „	8/8
2	5,2	„ 18 „	7/8
3	7,8	„ 20 „	6/8
4	10,4	„ 21 „	4/8
5	13,0	„ 22 „	3/8
6	15,6	„ 23 „	1/8

Daß bei Roggen in einer Tieflage von 7,8 cm 6/8, bei 10,4 cm 4/8 und bei 13 cm noch 3/8 der ausgesäten Körner an die Erdoberfläche gelangen, stimmt mit den eigenen Beobachtungen des Verfassers nicht überein. Immerhin aber lassen allgemein sowohl die Aufgangsziffern als die Angaben über die Zeit des Auflaufens erkennen, daß der Samen umso langsamer keimt, je tiefer er in der Erde zu liegen kommt und daß in gleichem Verhältnisse auch die Menge der aufgelaufenen Pflanzen abnimmt.

Auf Sandboden will Sprengel eine etwas tiefere Unterbringung, da die Keime sonst leicht vertrocknen; man habe sich indessen nach der Witterung zu richten.

Die Forderung, die Tiefe der Saat namentlich im Frühjahr nach der herrschenden oder zu erhoffenden Witterung zu bemessen, stellen außer Sprengel auch Burger, Koppe u. a. auf.

Thaer schreibt hierzu:

„Nach der Witterung muß man sich allerdings richten, jedoch mit Vorsicht Extreme vermeiden, weil die Witterung sich nach der Einsaat schleunigst umändern kann und eine tiefer untergebrachte Saat bei neu erfolgenden heftigen Regengüssen erstickt werden könnte."

Tietschert[1]) führte im Jahre 1871 im Garten des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle je einen größeren

[1]) **Keimungsversuche mit Roggen und Raps bei verschieden tiefer Unterbringung von Dr. C. Tietschert. Halle. Verlag der Buchhandlung des Waisenhauses, 1872.**

und zwei kleinere Versuche über die zweckmäßige Unterbringung von Roggen aus und zwar in:

1. sandreichem Tonboden, dem Diluvium angehörend,
2. kalkhaltigem Lehmboden, dem Diluvium angehörend,
3. humosem Boden, dem Alluvium angehörend,
4. Sandboden, dem Diluvium angehörend.

Die Einsaat der ersten Roggenkultur erfolgte am 27. Mai. Es wurden gelegt: je zwei Reihen à 55 Körner in der Tiefe von 2,6 cm, 5,2 cm, 7,9 cm und je eine Reihe à 55 Körner in der Tiefe von 10,4 cm und 15,6 cm.

Die Körner hatten mittleres Gewicht und Keimfähigkeit von 98 %. Das Legen erfolgte in der Weise, daß Rillen gezogen und dieselben genau auf die entsprechende Tiefe nach dem Maßstabe gebracht wurden; die Körner selbst wurden dann nach einer abgemessenen und gezeichneten kleinen Stange eingelegt, nach dem Legen die Rillen zugedeckt. Daß bei dieser Saatmethode die Körner namentlich der tieferen Lagen ausnahmslos die gewünschte Höhe der Erdbedeckung erreichten, muß Verfasser auf Grund eigener Erfahrungen bezweifeln. Tietschert selbst erkannte späterhin die Unzuverlässigkeit dieser Methode und ließ sich ein Instrument anfertigen, ähnlich dem später von Wollny und dem Verfasser vorliegender Arbeit benützten, nämlich eine Röhre aus Messing, in welcher ein Stößel auf- und abging und die mit einem Scharnier an der Außenseite versehen war, um auf die verschiedenen Tiefen zum Legen einstellen zu können.

Das Auflaufen der Körner gestaltete sich in den verschiedenen Bodenarten wie folgt:

Tieflage in cm	Sandboden		Kalkhaltiger Lehmboden		Humoser Boden		Tonboden	
	von 110 Körnern waren aufgelaufen	%	von 110 Körnern waren aufgelaufen	%	von 110 Körnern waren aufgelaufen	%	von 110 Körnern waren aufgelaufen	%
2,6	90	81,8	93	84,5	89	80,9	80	72,7
5,2	85	77,3	95	86,3	81	73,6	81	73,6
7,9	85	77,3	85	77,3	83	75,4	70	63,6
10,4	43	78,2	38	69,1	37	67,2	37	33,6
13,0	15	27,3	11	20,0	33	60,0	7	6,4
15,6	4	7,3	7	27,7	3	5,4	2	1,8

Das prozentisch höchste Auflaufen erfolgte demnach bei Sandboden und humosem Boden in der flachen Lage von 2,6 cm, bei Lehm- und Tonboden in der tieferen Lage von 5,2 cm; letztere Erscheinung hängt zweifellos mit der stärkeren Austrocknung und Verkrustung der oberen Bodenschicht einesteils, der größeren Feuchtigkeit der nächst tieferen Schicht andernteils zusammen. Voraussichtliche Witterung und Bodenart sind folglich bei Bemessung der Saattiefe neben anderen Faktoren vornehmlich in Erwägung zu ziehen.

Die Aufgangsziffern der tieferen Lagen als 5,2 cm müssen bei den Tietschert'schen Versuchen als nicht zuverlässig erachtet werden, da, abgesehen von der obenerwähnten unsicheren Saatmethode nach der Aussaat ein beträchtliches Setzen des Bodens stattfand, so daß die tieferliegenden Körner im Verhältnis zum Setzen des Bodens seichter zu liegen kamen. Tietschert bemerkt selbst, daß sich der Boden in einem derart lockeren Zustand befand, daß, zumal bis zum 8. Juni durchaus regnerisches Wetter herrschte, ein nicht unbeträchtliches Setzen eintreten mußte. Im übrigen nimmt Tietschert als Maßstab für das Setzen des Bodens die Differenz zwischen der Saattiefe und der Länge der unterirdischen Internodien an, das heißt der unterirdischen Stengellänge vom Keimknoten bis zum Bestockungsknoten. Dieser Maßstab ist, wie auch Ekkert hervorhebt, ungenau, da einesteils die unterirdischen Internodien bei Saattiefen vielfach hin- und hergewunden sind, andernteils die Bestockungsknoten unter normalen Verhältnissen keineswegs an der Erdoberfläche, sondern 1—2 cm unter derselben zu liegen kommen.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß aus mäßig durchfeuchtetem, dabei aber gut erwärmtem Boden ungleich mehr tiefgelegte Körner zur Keimung gelangen, als aus abgekühlter oder noch nicht erwärmter Erde. In der Praxis des Roggenbaues — Mitte September bis Mitte Oktober — werden die Durchschnittsluft- und Bodentemperaturen weit niederer zu suchen sein als bei den Tietschert'schen Versuchen. Die tägliche Messung der Boden- und Lufttemperatur (Reaumur) in der Zeit vom 28. Mai mit 30. Juni ergab folgenden Durchschnitt:

(Siehe folgende Tabelle.)

	Tonboden			Kalkhaltiger Lehmboden			Humoser Boden			Sandboden			Temperatur der Luft im Schatten		
	Morg.	Mitt.	Abd.	Morg.	Mitt.	Abd.	Morg.	Mitt.	Abd.	Morg	Mitt.	Abd.	Morg.	Mitt.	Abd.
Durchschnitt pro Tag	10,1	11,4	12,-	10,8	12,0	13,0	10,8	12,0	13,1	11,0	12,1	13,1	16,6	13,6	12,2

Über den Zusammenhang zwischen Saattiefe und Bestockung lassen die Untersuchungen Tietschert's insofern kein sicheres Urteil zu, als die Entfernung der Saatreihen mit nur 5,2 cm bei einer Entfernung in der Reihe mit 2,6 cm zu eng genommen wurde; infolgedessen standen die Pflanzen der geringeren Saattiefen weit dichter als eine normale Entwicklung der Seitensprosse erfordert hätte. Anderseits stand den wenigen bei tiefer Erdbedeckung an die Oberfläche gelangten Pflanzen ein übermäßig weiter Bodenraum bei starker Belichtung zur Verfügung; die Pflanzen zeigen in der Folge eine Bestockung, die normalen in der Praxis sich geltend machenden Verhältnissen nicht entspricht.

Die zweite und dritte Roggenkultur läßt, da nur 11 Körner ausgelegt wurden, aus den bereits erwähnten Gründen irgendwelche Schlüsse hinsichtlich der Keimung und Bestockung nicht zu.

Die Schlußfolgerung, die Tietschert aus seinen Versuchen ableitet und nach der bei lockerem, nicht gesetztem, der Luft zugänglichem Boden rationelle Maximaltiefe für Roggen:

in Sandboden bei 10,4 cm,

in humosem Boden bei 7,9 cm,

in kalkhaltigem Lehmboden und Tonboden bei 5,2 cm

zu suchen ist, dürfte sich nur dann als annähernd richtig herausstellen, wenn durch ein rasches Setzen des Bodens die Körner bald nach der Aussaat in eine Tieflage von 3—4 cm verbracht wurden.

Die übrigen Ergebnisse seiner Untersuchungen faßt Tietschert folgendermaßen zusammen:

1. Körner, welche tiefer gelegt werden als der rationellen Maximaltiefe entspricht, gehen später auf, die Pflanzen entwickeln sich später und die Bestockung tritt später ein. Von diesem Ge-

sichtspunkte aus ist eine zu tiefe Unterbringung des Samens in landwirtschaftlicher Hinsicht ganz entschieden zu verwerfen.

2. Daß einzeln stehende Pflanzen bei den tiefsten Lagen die größte Bestockung zeigen, hat seinen Grund darin, daß sie den meisten Raum zur Entwicklung finden, der den seichteren Lagen fehlt. Ein Schluß ist somit vergleichsweise hieraus nicht zu ziehen.

3. Die Stengellänge variiert sehr und läßt sich hieraus ein bestimmter Schluß nicht ableiten.

Eine eingehendere Behandlung erfuhr die Frage durch Ekkert[1]) 1873.

Die Ekkert'schen Versuche erstreckten sich auf Roggen, Hafer und Gerste.

Der erste (Kasten-) Versuch mit Roggen in vier verschiedenen Bodenarten ist von vorneherein auszuschalten, da die Kästen anfänglich im Kalthaus bei einer mittleren Lufttemperatur von 5—6 ° R., dann im Warmhaus bei einer mittleren Lufttemperatur von 13—16 ° R. und schließlich wieder im Kalthaus standen. Auch der zweite Versuch in Kästen derselben Bodenfüllung kann für die Frage der Keimung wenig in Betracht kommen. Abgesehen davon, daß in jeder Tiefe nur 20 Körner gelegt wurden, erfolgte die Aussaat der Tieflagen am 13. Dezember, während die flacheren Lagen bereits am 28. November bestellt wurden. Eine zeitlich verschiedene Aussaat ist vollständig unzulässig, da im Kalthaus fortgesetzte Witterungsstürze nicht ohne Einfluß auf die Entwicklung bleiben konnten.

Ein Auszug aus den Tabellen des zweiten Versuchs mit Roggen gibt für die Keimung folgende Zahlen:

(Siehe nachstehende Tabelle.)

Die Versuche Ugazy's und die eigenen zahlreichen Versuche des Verfassers ergaben, daß bei Roggen mit Ausnahme von Petkuser Roggen, der hinsichtlich des Auflaufens aus tieferen Lagen eine gesonderte Stellung einzunehmen scheint, aus einer Tieflage von 12 cm im besten Falle durchschnittlich nur mehr 19 % an

[1]) **Ekkert, Über Keimung, Bestockung und Bewurzelung der Getreidearten.**

Tiefe cm	I Von 20 Körnern aufgelaufen		II Von 20 Körnern aufgelaufen		III Von 20 Körnern aufgelaufen		IV Von 20 Körnern aufgelaufen		Ganze Länge cm			
	in ganzen	prozent.	in ganzen	prozent.	in ganzen	prozent.	in ganzen	prozent.	Versuch	Versuch	Versuch	Versuch
	Lehmboden		Gartenerde		Teichschlamm		Sandboden		1	2	3	4
2	16	80	17	85	20	100	17	85	14,5	17,7	14,8	12,1
4	19	95	18	90	16	80	19	95	19,2	16,0	15,6	14,5
6	18	90	15	75	17	85	11	55	20,1	18,8	18,7	16,6
8	12	60	19	95	16	80	18	90	19,9	19,8	19,7	16,8
11	12	60	15	75	11	55	15	75	19,6	20,2	18,1	23,1
14	6	30	1	5	3	15	2	10	16,4	15,8	19,8	—

die Oberfläche gelangen.[1]) Es muß daher angenommen werden, daß die Körner nicht in die beabsichtigte Tiefe zu liegen kamen — worauf übrigens auch die Messungen der ganzen Pflanzenlänge schließen lassen — oder daß Zufälligkeiten im Spiele waren, die bei der geringen Zahl der Körner zu bedeutenden Fehlerquellen wurden; für letzteren Umstand spricht die Zahl von 19 aufgelaufenen Körnern, bei 8 cm Tieflage, Versuch 2 (Gartenerde) gegen 15 und 18 Pflanzen bei der flacheren Bedeckung von 6 und 4 cm; weiters die Zahl 16 bei 4 cm Tiefe, Versuch 3 (Teichschlamm), die gleich ist mit der Zahl der Pflanzen in 8 cm Tiefe, sodann das Resultat des 4. Versuches mit Sandboden, nach welchem bei 6 cm nur 11, hingegen bei 8 cm 18 Pflanzen zum Vorschein kamen. Ekkert selbst bezeichnet letzteres Ergebnis als „auffällig". Als auffällig oder besser gesagt zufällig muß auch der Umstand bezeichnet werden, daß bei Sandboden aus der Tiefe von 14 cm 10 % der gesäten Körner zum Auflaufen gelangten, während bei der leichteren Gartenerde aus gleicher Tiefe nur 5 % an die Oberfläche kamen und daß bei der namentlich für Roggen schon sehr beträchtlichen Tieflage von 11 cm bei Sandboden wie bei Gartenerde die gleiche Anzahl von Pflanzen, nämlich 75 %, aufliefen. Ekkert selbst findet bei seinem ersten

[1]) Siehe Tabellen Seite 25 u. f.

Versuche mit Roggen das Auflaufen der Samen größerer Tieflagen bei Sandboden am ungünstigsten, was nach seinem Dafürhalten an der spezifischen Schwere des Sandes und auch daran gelegen hat, daß infolge des Begießens an der Oberfläche eine die Luft absperrende Kruste zusammengeschlämmt wurde.

Bei dem 3. Versuch mit Roggen im Freiland mit 40 beziehungsweise 50 Körnern tritt, wie Ekkert selbst schreibt, der Prozentsatz der aufgelaufenen Samen von der Anzahl der ausgesäten bei verschiedenen Tieflagen in einer weit bestimmteren Gesetzmäßigkeit hervor als bei dem der Kastenkulturen, dahingehend, daß die flachere Bedeckung in dieser Beziehung entschieden günstiger sich verhält als die tiefere.

Indessen hält auch hier der Verfasser die prozentischen Ziffern von 34,0 und 52,0 bei der Tieflage von 12 beziehungsweise 9 cm für zu hoch, schon in Anbetracht des Umstandes, daß die Körner erst am 23. November gesät wurden und bis zum 12. Dezember, an welchem Tage der erste Nachtfrost erfolgte, mittlere Tagestemperatur von nur 6,5 ° C hatten. (Die Nachttemperaturen sind nicht verzeichnet.)

Die Messung der ganzen Länge, die mit fortschreitender Tiefe zunimmt, würde hier auf ein richtiges Tiefenverhältnis schließen lassen, wenn nicht Verfasser aus Gründen, die weiter unten erörtert werden sollen und auf Vergleichung der Längenmessung vom 3. Februar mit der vom 16. April beruhen, die Richtigkeit der Messung bezweifeln müßte.

Roggen-Versuch III.

Tieflage cm	Zahl der Körner	Aufgelaufene Körner im ganzen	Aufgelaufene Körner prozentisch	Ganze Länge gemessen am 3. Februar	Ganze Länge gemessen am 16. April
2	40	35	87,5	10,0	13,0
4	40	37	92,5	11,5	17,5
6	50	33	66,0	11,9	19,2
9	50	26	52,0	11,2	22,4
12	50	17	34,0	12,5	25,0
15	50	2	4,0	14,5	—

Bei dem Ekkert'schen Versuch mit Hafer ergab sich folgendes:

Von 100 ausgesäten Körnern keimten und gelangten an die Oberfläche:

bei 2 cm	4 cm	6 cm	9 cm	12 cm	15 cm
80	61	75	54	41	27 Pflanzen.

Dieses Resultat deckt sich ziemlich genau mit den Versuchsergebnissen des Verfassers. Nur bei 2 und 4 cm scheint eine Ungenauigkeit vorzuliegen; denn daß Hafer gegen flache Bedeckung sehr empfindlich ist und stets die größte Keimkraft und Keimungsenergie bei einer Tiefe von 3—6 cm zeigt, beweisen neben den Versuchen des Verfassers auch diejenigen Stößners, Jessens[1]) u. a.

Im übrigen tritt bei dem Versuch die auch sonst bestätigte Erscheinung hervor, daß bei Hafer selbst in größeren Tieflagen noch eine verhältnismäßig hohe Zahl der aufgelaufenen Pflanzen die Oberfläche erreicht. Bemerkenswert sind Ekkert's Messungen der oberirdischen und der ganzen Länge zu verschiedenen Zeitpunkten. Es wiederholt sich die bereits bei Roggen vermerkte Beobachtung, daß im allgemeinen mit steigender Tiefe die Länge der Pflanzen zunimmt, während im besonderen erkenntlich wird, daß bei Hafer ein annähernder Ausgleich in den Längenverhältnissen der verschiedenen Tieflagen in kürzerer Zeit stattfindet als bei Gerste; ob Gerste einen vollständigen Längenausgleich überhaupt erreicht, soll dahingestellt bleiben; bei Imperial-Gerste wenigstens konnten mit Bestimmtheit die Unterschiede der Halmlängen bei der Ernte noch festgestellt werden.

Ein Auszug aus Ekkert's Tabellen gibt folgendes Bild:

(Siehe Tabelle nächste Seite.)

Der Versuch mit Gerste, der in gleicher Weise, wie der mit Hafer ausgeführt wurde, dürfte der exakteste der bisherigen Versuche sein; auch sind sorgfältiger ausgesuchte Körner mit höherer Keimfähigkeit verwendet worden.

Hinsichtlich des Auflaufens — zeitlich und prozentisch — tritt hier eine deutliche Gesetzmäßigkeit zutage. Ekkert schreibt zum Schluß seiner Ausführungen: „Wenn wir das Auflaufen der Körner

---

[1]) F. W. Jessen, Deutschlands Gräser und Getreidearten. Leipzig, 1863.

Hafer.

Tieflage	Von 100 Körnern liefen auf	Messung am 3. Mai 1873		Messung am 15. Mai 1873		Messung am 3. Juni 1873	
		oberird. Länge	ganze Länge	oberird. Länge	ganze Länge	oberird. Länge	ganze Länge
2	80	—	15,2	23,3	23,3	46,1	47,4
4	61	—	21,0	24,3	28,9	55,7	61,3
6	75	—	18,9	23,8	30,3	52,6	58,4
9	54	—	21,0	25,3	33,9	50,1	58,6
12	41	—	22,7	23,5	34,9	47,1	58,9
15	27	—	26,6	22,5	35,7	46,3	60,1

Gerste.

Tieflage	Von 100 Körnern liefen auf	Messung am 1. Mai 1873		Messung am 14. Mai 1873		Messung am 2. Juni 1873	
		oberird. Länge	ganze Länge	oberird. Länge	ganze Länge	oberird. Länge	ganze Länge
2	95	—	14,7	21,3	24,6	48,4	50,4
4	96	—	16,7	25,6	30,8	60,0	64,5
6	92	—	19,4	22,4	29,2	54,1	61,0
9	74	—	21,8	20,5	30,0	45,8	55,2
12	47	—	25,0	18,5	29,1	40,5	53,0
15	24	—	28,0	14,5	32,3	34,8	48,2

von Hafer und Gerste bei verschiedenen Tieflagen mit dem von Roggen vergleichen, so ergibt sich, daß erstere Getreidearten eine tiefere Unterbringung überhaupt eher ertragen, das heißt dabei nicht so viel Körner zugrunde gehen, wie dies beim Roggen der Fall ist."

Ekkert sucht den Grund für diese Erscheinung nicht in äußeren Faktoren, wie Witterung 2c., sondern in dem spezifischen Verhalten der Getreidearten selbst. Mit diesen Ausführungen setzt sich Ekkert in der Hauptsache mit dem Verfasser in Übereinstimmung, doch mit dem Unterschied, daß die prozentische Keimung,

wenigstens bei Roggen, in den Tieflagen eine geringere ist und daß die bezüglichen Grenzen bei verschiedenen Getreidearten genauer festgelegt sind.

Wenn Ekkert (S. 69) als äußerste Grenze für „Getreide" 6 beziehungsweise 2—1½ cm, für Sommerung etwas tiefer, annimmt, so muß dem nach den Erfahrungen und Beobachtungen des Verfassers[1]) entgegengestellt werden, daß die äußerste Grenze (nicht das Optimum) für Hafer tiefer als 6 cm, vielleicht noch bei 7 cm, zu suchen ist, daß auch Weizen bei 7 und 8 cm noch zu 80 beziehungsweise 75 % an die Oberfläche gelangt und daß schließlich bei Roggen die zulässige Grenze zwischen 3 und 4 cm gesucht werden muß. Hinsichtlich der oberen Grenze muß eine Flachsaat von 2—1½ cm für alle Getreidearten, auch Wintergetreide, unzulässig erscheinen[2]) und die äußerste obere Grenze in die Tiefe von 3 cm verlegt werden.

Die Grenzen müssen also nach den Beobachtungen des Verfassers, gleichgültig ob Sommer- oder Wintergetreide, nach obenhin verengert, nach untenhin — mit Ausnahme von Roggen — erweitert werden.

Wollny's[3]) Versuche sind ausgeführt in Lehmboden, Sand und humosem Kalksand und erstrecken sich auf Winterweizen, vier Sorten Winterroggen, Sommerroggen und Gerste.

Der Versuch mit Winterweizen, mit Gerste in Lehmboden und in humosem Kalksand bestätigt vollständig die bisher über das Auflaufen von Weizen und Gerste normierten Regeln, nur der Versuch mit Gerste in Sandboden gibt ein weniger klares Bild. Die Keimungsziffer von 31 % bei 7,5 cm gegen 41 % bei der tieferen Lage von 10 cm steht der bisher wahrgenommenen Gesetzmäßigkeit entgegen.

(Siehe Tabelle nächste Seite.)

Die Ergebnisse des Auflaufens bei Winterroggen in den tieferen Lagen stehen bei den Versuchen II und IV b mit den Beobachtungen des Verfassers in Übereinstimmung; bei den anderen

---

[1]) Siehe Tabellen S. 31 u. f.

[2]) Siehe Tabellen S. 25—32.

[3]) Wollny, Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturgewächse. Berlin, 1885. S. 532 u. ff.

Tieflage	Winterweizen humoser Kalksand: Summa d. aufgeg. Pflanzen in %	Zeeländer Roggen humoser Kalksand: Summa d. aufgeg. Pflanzen in %	Groß. russ. Roggen humoser Kalksand: Summa d. aufgeg. Pflanzen in %	Rheinischer Roggen humoser Kalksand: Summa d. aufgeg. Pflanzen in %	Rheinischer Roggen Lehmboden: Summa d. aufgeg. Pflanzen in %	Schlaffähr. Roggen humoser Kalksand: Summa d. aufgeg. Pflanzen in %	Sommer-Roggen humoser Kalksand: Summa d. aufgeg. Pflanzen in %	Sommer-Roggen Lehmboden: Summa d. aufgeg. Pflanzen in %	Probsteier Gerste humoser Kalksand: Summa d. aufgeg. Pflanzen in %	Probsteier Gerste Kalksand: Summa d. aufgeg. Pflanzen in %	Probsteier Gerste Lehmboden: Summa d. aufgeg. Pflanzen in %
2,5	64	50	100	93	97	97	100	100	92	100	100
5,0	98	96	97	93	97	99	100	100	94	72	98
7,0	62	68	99	82	52	67	96	100	82	31	86
10,0	40	20	90	63	13	59	84	72	25	41	22
12,5	46	16	81	30	8	—	48	20	12	8	6
15	—	—	29	—	—	—	—	—	—	—	—
	I	II	III	IV a	IV b	V	VI a	VI b	VII a	VII b	VII c

Winterroggenversuchen kommen auch aus tieferen Saaten noch auffällig viele Körner zum Auflaufen. Wollny leitet aus seinen Untersuchungen die nämlichen allgemeinen Regeln für die Unterbringung der Saat ab, die bereits durch Ugazy und Ekkert Bestätigung gefunden haben; vergleichende Untersuchungen über das spezifische Verhalten der einzelnen Getreidearten in dieser Frage wurden zwar nicht angestellt, jedoch legt Wollny den „Arten und Varietäten" in Bezug auf ihr Verhalten bei verschiedener Saattiefe Bedeutung bei, indem er schreibt: „Die Unterschiede in dem Auflaufen der Pflanzen bezüglich der Zeit, sowie der Zahl der an der Oberfläche des Bodens erscheinenden Individuen sind darauf zurückzuführen, daß die Kraft, mit welcher die jungen Keimpflanzen, die über ihnen liegende Bodenschicht zu durchdringen vermögen, bei den verschiedenen Arten und Varietäten eine verschiedene ist."

Stößner stellte in den Jahren 1882 und 1883 sehr umfangreiche Versuche über die Frage der zweckmäßigsten Unterbringung der Saat an.

Die Ergebnisse dieser Versuche stehen jedoch in manchen Punkten mit den Resultaten früherer, wie der gegenwärtigen Forschungen in direktem Widerspruch.

So finden wir den Satz aufgestellt[1]):

„Die Untersuchungen haben bewiesen, daß kräftige und keimfähige Getreidekörner in gut vorbereitetem Acker noch bei einer Tieflage von 12 cm unter der Erdoberfläche alle keimen und die jungen Pflänzchen auch sämtliche über der Erdoberfläche erscheinen können. Das letztere erscheint aber umso später, je tiefer die Körner liegen."

An anderer Stelle schreibt Stößner selbst hinzu:

„Interessant ist jedoch, daß fast die sämtlichen anderen Versuche über das Auflaufen der Saaten zwar eine Übereinstimmung ergeben mit den meinigen, insofern die Pflanzen aus tieferliegenden Samen im Durchschnitt später erscheinen als die aus flachliegenden, aber darin abweichen, daß bei meinen Versuchen ebensoviele

[1]) Stößner, a. a. O. S. 33.

Pflanzen aus den tiefsten Körnerlagen wie aus den flachsten erscheinen, während die sämtlichen anderen Versuche ergaben, daß aus den tiefer in der Erde liegenden Samen weniger Pflanzen das Tageslicht erblicken, als aus den flacher liegenden."

Stößner glaubt den Grund für die ungünstigen Resultate früherer Versuchsanstellung in einem weniger gut präparierten Lande oder in der minder günstigen physikalischen Beschaffenheit des Bodens suchen zu müssen und setzt sich damit bis zu einem gewissen Grade mit dem Verfasser gegenwärtiger Schrift in Übereinstimmung. Stößner ließ den an und für sich fast steinfreien Boden mit der Harke derart bearbeiten, daß die oberste Erdschicht keinen Erdklumpen von Bohnengröße enthielt. Auch war bei dem hohen Humusgehalt des Bodens ein Abbinden gegen Regen und Luft nicht eingetreten. Daß bei einem Boden, der, wie Stößner selbst berichtet, so zubereitet war, wie er in der Praxis nie erhalten werden wird, in tieferen Saatlagen höhere Keimungsziffern resultieren als bei einem Boden, dessen natürliche Beschaffenheit und dessen Bearbeitung mehr oder weniger praktischen Verhältnissen entspricht, kann kaum bezweifelt werden.[1]) Stößner hat jedes Jahr vom Herbste 1881 bis Frühjahr 1884 ungefähr 50—60 Getreidesorten in die Erde gebracht, wobei fast alle Körner und aus allen Tieflagen aufgingen. Auf Grund früherer Untersuchungen[2]), sowie auf Grund einiger Erfahrungen muß angenommen werden, daß entweder — was Stößner allerdings bestreitet — ein Setzen des Bodens und damit Verminderung der Saattiefe stattgefunden hat, oder daß trotz größter Sorgfalt die Körner nicht in die beabsichtigte Tiefe gelangt sind. Bezüglich der Ansicht Stößner's, „daß für die Entwicklung der Pflanzen bei verschiedenen Aussaattiefen der Unterart oder Varietät keine Bedeutung beigemessen werden kann", verweise ich auf die nachfolgenden diesbezüglichen Erörterungen.

Die übrigen von Stößner festgelegten Gesetzmäßigkeiten decken sich mit den vorliegenden Versuchen sehr wohl.

---

[1]) Leider fehlen Witterungstabellen vollständig.

[2]) Mit Ausnahme einiger, bereits besprochener Versuche Wollny's.

Soweit die bisherigen Forschungen auf diesem Gebiete.

An Hand nachstehender Tabellen sollen die Ergebnisse der eigenen Beobachtungen näher erörtert und soll für die einzelnen zutage getretenen Erscheinungen eine Begründung versucht werden.

Bezüglich der Versuchsanstellung siehe S. 5 und 6.

Die Tieflage von 12 cm ist bei der Sommerung 1904 durchwegs, die Lage von 9 cm bei Sommerroggen in den Tabellen unberücksichtigt geblieben, da Grund für die Annahme vorliegt, daß in diesem Jahre die Körner nicht vollzählig in die betreffende Tiefe gelangten; bei dem Anbau der Winterung 1904/05, sowie der Sommerung 1905 wurde durch Anwendung der bereits erwähnten trokarähnlichen Blechhülsen die richtige Lage der Körner auch in den Tiefen von 9 und 12 cm ohne jeden Zweifel gewährleistet.

Messungen in den ersten vier Wochen nach der Saat ergaben, daß ein Setzen des Bodens während dieser Zeit nicht stattfand.

Die zum Anbau gelangenden Körner wurden, je nach Größe, durch Siebe von $2^1/_2$—$3^3/_4$ mm Lochweite sortiert und von Hand verlesen.

Aus den Versuchsergebnissen (Tabelle I—VI) gelangt Verfasser zu nachstehenden Folgerungen:

Tabelle I.

Saattiefe	Tag der Aussaat	Zahl der aufgelaufenen Körner am 2. Mai 1904							Zahl der ausgesäten Körner
		2.	3.	4.	6.	8.	11.	16.	
Probsteier Hafer.									
2 cm	21. 04	206	288	230	236	219	232	225	550
3 „	21. 04	348	350	397	370	357	356	353	550
6 „	21. 04	329	345	344	351	353	343	343	550
9 „	21. 04	255	296	315	326	331	327	319	550
12 „	21. 04	214	262	290	310	318	323	310	550
Chevalier-Gerste.									
2 cm	20. 04	490	508	498	502	516	516	519	550
3 „	20. 04	513	519	512	523	522	520	517	550
6 „	20. 04	449	463	472	493	488	489	489	550
9 „	20. 04	289	339	366	369	374	371	371	550
12 „	20. 04	181	267	301	301	309	308	306	550
Sommerroggen.									
		am 18. April 1904	19.	20.	22.	24.	26.	30.	
2 cm	12. 04	241	251	277	273	268	269	287	550
3 „	12. 04	268	323	331	335	344	338	334	550
6 „	12. 04	64	169	213	242	249	250	262	550
9 „	12. 04	—	—	—	—	—	—	—	550
12 „	12. 04	—	—	—	—	—	—	—	550

Tabelle II.

Petkuser Roggen 1904/05

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 38,0 g
Keimfähigkeit 100%
550 Körner wurden gesät am 22. IX. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 16. X. 04
in der Tieflage von 3 cm 472 Pflanzen
6 „ 425 „
9 „ 248 „
12 „ 44 „

Pirnaer Roggen 1904/05

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 37,5 g
Keimfähigkeit 96%
550 Körner wurden gesät am 29. IX. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 20. X. 04
in der Tieflage von 3 cm 403 Pflanzen
6 „ 225 „
9 „ 73 „
12 „ 10 „

Schlanstedter Roggen 1904/05

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 35,6 g
Keimfähigkeit 93%
550 Körner wurden gesät am 30. IX. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 23. X. 04
in der Tieflage von 3 cm 342 Pflanzen
6 „ 225 „
9 „ 97 „
12 „ 11 „

Sächsischer Sommerrogen 1904

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 32,5 g
Keimfähigkeit 93%
550 Körner wurden gesät am 13. IV. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 15. V. 04
in der Tieflage von 2 cm 300 Pflanzen
3 „ 378 „
6 „ 352 „
9 „ ? „
12 „ ? „

Sächsischer Sommerroggen 1905

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 32,5 g
Keimfähigkeit 92%
550 Körner wurden gesät am 30. III. 05
hievon kamen an die Oberfläche bis 29. IV. 05
in der Tieflage von 2 cm — Pflanzen
3 „ 359 „
6 „ 287 „
9 „ 102 „
12 „ 16 „

Gewöhnlicher Sommerroggen 1904

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 29,0 g
Keimfähigkeit 90%
550 Körner wurden gesät am 12. IV. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 14. V. 04
in der Tieflage von 2 cm 295 Pflanzen
3 „ 347 „
6 „ 259 „
9 „ ? „
12 „ ? „

Gewöhnlicher Sommerroggen 1905

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 29,6 g
Keimfähigkeit 90%
550 Körner wurden gesät am 31. III. 05
hievon kamen an die Oberfläche bis 29. IV. 05
in der Tieflage von 2 cm — Pflanzen
3 „ 238 „
6 „ 216 „
9 „ 61 „
12 „ 11 „

Tabelle III.

Square head-Weizen 1904/05

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 60,0 g
Keimfähigkeit 100%
550 Körner wurden gesät am 24. IX. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 19. X. 04
in der Tieflage von 3 cm 495 Pflanzen
6 „ 491 „
9 „ 383 „
12 „ 154 „

Mold's red prolific-Weizen 1904/05

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 54,0 g
Keimfähigkeit 99%
550 Körner wurden gesät am 26. IX. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 19. X. 04
in der Tieflage von 3 cm 464 Pflanzen
6 „ 412 „
9 „ 300 „
12 „ 136 „

Frankensteiner Weizen 1904/05

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 35,6 g
Keimfähigkeit 99%
550 Körner wurden gesät am 3. X. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 5. XI. 04
in der Tieflage von 3 cm 493 Pflanzen
6 „ 470 „
9 „ 442 „
12 „ 271 „

Nordstrand-Weizen 1904/05

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 44,1 g
Keimfähigkeit 99%
550 Körner wurden gesät am 1. X. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 5. XI. 04
in der Tieflage von 3 cm 463 Pflanzen
6 „ 440 „
9 „ 288 „
12 „ 135 „

Lupitzer Sommerweizen 1904

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 36,6 g
Keimfähigkeit 99%
550 Körner wurden gesät am 15. IV. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 17. V. 04

in der Tieflage von	2 cm	437	Pflanzen
	3 „	450	„
	6 „	442	„
	9 „	339	„
	12 „	?	„

Saumur-Weizen 1904

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 51,7 g
Keimfähigkeit 90%
550 Körner wurden gesät am 14. IV. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 2. V. 04

in der Tieflage von	2 cm	265	Pflanzen
	3 „	308	„
	6 „	?	„
	9 „	?	„
	12 „	?	„

Lupitzer Sommerweizen 1905

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 36,6 g
Keimfähigkeit 97%
550 Körner wurden gesät am 22. III. 05
hievon kamen an die Oberfläche bis 14. IV. 05

in der Tieflage von	2 cm	—	Pflanzen
	3 „	500	„
	6 „	426	„
	9 „	302	„
	12 „	176	„

Kolbenweizen 1905

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 39,5 g
Keimfähigkeit 98%
550 Körner wurden gesät am 23. III. 05
hievon kamen an die Oberfläche bis 14. IV. 05

in der Tieflage von	2 cm	—	Pflanzen
	3 „	443	„
	6 „	417	„
	9 „	282	„
	12 „	227	„

Tabelle IV.

Hanna-Gerste 1904

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 47,32 g
Keimfähigkeit 99%
550 Körner wurden gesät am 19. IV. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 16. V. 04
in der Tieflage von 2 cm 491 Pflanzen
3 „ 499 „
6 „ 475 „
9 „ 397 „
12 „ ? „

Hanna-Gerste 1905

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 47,25 g
Keimfähigkeit 99%
550 Körner wurden gesät am 7. IV. 05
hievon kamen an die Oberfläche bis 29. IV. 05
in der Tieflage von 2 cm — Pflanzen
3 „ 463 „
6 „ 431 „
9 „ 377 „
12 „ 190 „

Chevalier-Gerste 1904

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 43,8 g
Keimfähigkeit 85%
550 Körner wurden gesät am 20. IV. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 24. IV. 04
in der Tieflage von 2 cm 508 Pflanzen
3 „ 516 „
6 „ 490 „
9 „ 371 „
12 „ ? „

Chevalier-Gerste 1905

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 43,8 g
Keimfähigkeit 80%
550 Körner wurden gesät am 4. IV. 05
hievon kamen an die Oberfläche bis 24. IV. 05
in der Tieflage von 2 cm — Pflanzen
3 „ 278 „
6 „ 323 „
9 „ 200 „
12 „ 124 „

Probsteier Gerste 1904

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 46,2 g
Keimfähigkeit 95%
550 Körner wurden gesät am 16. IV. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 16. V. 04

in der Tieflage von	2 cm	457	Pflanzen
	3 „	500	„
	6 „	485	„
	9 „	400	„
	12 „	?	„

Probsteier Gerste 1905

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 45,4 g
Keimfähigkeit 95%
550 Körner wurden gesät am 4. IV. 05
hievon kamen an die Oberfläche bis 29. IV. 05

in der Tieflage von	2 cm	—	Pflanzen
	3 „	428	„
	6 „	436	„
	9 „	367	„
	12 „	215	„

Imperial-Gerste 1904

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 53,9 g
Keimfähigkeit 89%
550 Körner wurden gesät am 17. IV. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 16. V. 04

in der Tieflage von	2 cm	310	Pflanzen
	3 „	320	„
	6 „	317	„
	9 „	260	„
	12 „	?	„

Imperial-Gerste 1905

von der Fritfliege zerstört

Tabelle V.

Hopetoun-Hafer 1904

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 50,5 g
Keimfähigkeit . . . . . 100 %
550 Körner wurden gesät am 23. IV. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 15. V. 04
in der Tieflage von 2 cm 342 Pflanzen
3 „ 490 „
6 „ 487 „
9 „ 461 „
12 „ ? „

Hopetoun-Hafer 1905

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 50 g
Keimfähigkeit . . . . . 100 %
550 Körner wurden gesät am 30. III. 05
hievon kamen an die Oberfläche bis 29. IV. 05
in der Tieflage von 2 cm — Pflanzen
3 „ 536 „
6 „ 481 „
9 „ 458 „
12 „ 415 „

Probsteier Hafer 1904

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 51,0 g
Keimfähigkeit . . . . . 81 %
550 Körner wurden gesät am 21. IV. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 16. V. 04
in der Tieflage von 2 cm 225 Pflanzen
3 „ 353 „
6 „ 343 „
9 „ 319 „
12 „ ? „

Probsteier Hafer 1905

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 49,0 g
Keimfähigkeit . . . . . 81 %
550 Körner wurden gesät am 29. III. 05
hievon kamen an die Oberfläche bis 29. IV. 05
in der Tieflage von 2 cm — Pflanzen
3 „ 305 „
6 „ 280 „
9 „ 243 „
12 „ 183 „

Anderbecker Hafer 1904

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 43 g
Keimfähigkeit 100%
550 Körner wurden gesät am 25. IV. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 21. V. 04

in der Tieflage von	2 cm	510	Pflanzen
	3 „	550	„
	6 „	533	„
	9 „	507	„
	12 „	?	„

Anderbecker Hafer 1905

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 42,3 g
Keimfähigkeit 100%
550 Körner wurden gesät am 27. III. 05
hievon kamen an die Oberfläche bis 29. IV. 05

in der Tieflage von	2 cm	—	Pflanzen
	3 „	390	„
	6 „	412	„
	9 „	326	„
	12 „	331	„

Sechsämter Hafer 1904

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 42 g
Keimfähigkeit 100%
550 Körner wurden gesät am 22. IV. 04
hievon kamen an die Oberfläche bis 16. V. 04

in der Tieflage von	2 cm	439	Pflanzen
	3 „	500	„
	6 „	487	„
	9 „	464	„
	12 „	?	„

Sechsämter Hafer 1905

Gewicht von 1000 Körnern . . . . . 41,5 g
Keimfähigkeit 100%
550 Körner wurden gesät am 23. III. 05
hievon kamen an die Oberfläche bis 29. IV. 05

in der Tieflage von	2 cm	—	Pflanzen
	3 „	366	„
	6 „	402	„
	9 „	354	„
	12 „	318	„

Tabelle VI.

Name	Gewicht von 1000 Körnern g	Keimkraft in %	Es wurden gesät 100 Körner am	Anzahl der am 20. Sept. 1905 an die Oberfläche gelangten Pflanz. in der Tiefe von 9 cm	12 cm	Datum	Allgemeiner Witterungs-Charakter	Maximal-Temperatur	Minimal-Temperatur	Mittel-Temperatur
Versuchsfeldboden:						1. Sept.	Regen	17° C	13° C	15° C
						2. "	"	16 "	8 "	12° "
Petkuser Roggen . .	38,0	99	1. Sept.	67	40	3. "	"	15 "	10 "	12,5° "
Prof. Heinrich-Roggen	35,0	99	"	42	18	4. "	bewölkt	19 "	13 "	16° "
Pirnaer Roggen . .	37,5	96	"	39	23	5. "	heiter	21 "	10 "	15,5° "
Hess. Staudenroggen .	37,7	99	"	44	15	6. "	"	25 "	9 "	17° "
Champagnerroggen .	36,8	99	"	47	27	7. "	"	20 "	13 "	16,5° "
Probsteier Roggen . .	36,9	99	"	37	16	8. "	"	24 "	14 "	19° "
Frankensteiner Weizen	35,6	100	"	77	59	9. "	"	19 "	16 "	17,5° "
Zeeländer Weizen . .	38,0	98	"	63	46	10. "	"	23 "	11 "	17° "
						11. "	"	26 "	12 "	19° "
Moorboden:						12. "	"	23 "	13 "	18° "
Petkuser Roggen . .	38,0	99	"	77	56	13. "	leicht. Reg.	18 "	15 "	16,5° "
						14. "	heiter	19 "	14 "	16,5° "
Lehmboden:						15. "	"	17 "	10 "	13,5° "
						16. "	"	13 "	11 "	12° "
Petkuser Roggen . .	38,0	99	"	84	44	17. "	"	15 "	7 "	11° "
						18. "	"	18 "	3 "	10,5° "
Sandboden:						19. "	"	17 "	4 "	10,5° "
Petkuser Roggen . .	38,0	99	"	67	43	20. "	"	16 "	10 "	13° "

1. In der Tieflage von 2 cm erfolgt, wie aus vorstehender Tabelle ersichtlich ist, das Auflaufen schwächer als in den Lagen von 3 und 6 cm, was mit der größeren Trockenheit der oberen Bodenschichten in erklärlichem Zusammenhang steht. Am spätesten keimten diejenigen Körner, die durch Abschwemmen der Erde an die Oberfläche zu liegen kamen.

2. Die günstigste Lage wurde in den Versuchen bei Wintergetreide (Tabelle II und III) übereinstimmend bei 3 cm gefunden; bei Sommergetreide (Tabelle IV und V) machte sich ein Unterschied dahin geltend, daß 1905 Chevalier- und Probsteier Gerste, ferner Anderbecker und Sechsämter Hafer bei 6 cm, alle übrigen Sorten jedoch analog dem Wintergetreide bei 3 cm das prozentisch höchste Auflaufen zeigen. Roggen zeigt im allgemeinen bereits bei 6 cm ein starkes Abfallen gegenüber der Tieflage von 3 cm.

Ein Optimum der Saattiefe von allgemeiner Gültigkeit läßt sich aus den Versuchen natürlich nicht ableiten, da je nach Bodenart, Klima und Witterung, die Bedingungen für Keimung und Auflaufen etwas näher oder ferner der Erdoberfläche relativ am günstigsten sein können. Dagegen kann auf Grund unserer Untersuchungen gesagt werden, daß die Tiefgrenzen des jeweiligen Optimums bei Roggen enger, bei Weizen und Hafer weiter zu ziehen sind; sie werden bei Roggen zwischen 3 und 4 cm, bei den übrigen Getreidearten, gleichgültig ob Winter- oder Sommergetreide, zwischen 3 und 6 cm zu suchen sein.

3. Bei 9 cm Tieflage gelangt der Roggen (Tabelle II) mit Ausnahme von Petkuser, der gegenüber allen anderen Sorten eine weit geringere Empfindlichkeit gegen tiefe Unterbringung erkennen läßt und noch zu 70 % auflief, nur mehr zu 13 % bei Pirnaer, beziehungsweise zu 17,6 % bei Schlanstedter Roggen an die Oberfläche. Eigenartig verhielt sich auch Frankensteiner Weizen, von dem bei 9 cm Saattiefe viel mehr Pflanzen aufliefen als bei den anderen Winterweizensorten. Den auf Tabelle VI zum Ausdruck gelangten höheren Zahlen kann praktische Bedeutung nicht beigemessen werden, da die Aussaat hier in eine Zeit — 1. September — fällt, in der, wenigstens in Süd- und Mitteldeutschland, Roggen in der Regel noch nicht zum Anbau kommt. Der Versuch Tabelle VI wurde lediglich ausgeführt, um zu beweisen, daß Roggen selbst unter den allergünstigsten Bedingungen (lockere Erde, Entfernung aller Steine und sonstiger

Hindernisse, genügende Feuchtigkeit und Durchschnittstemperatur der Luft von 12—19 ° C), die von anderen angeführten hohen Keimungsziffern bei 9 und 12 cm Tieflage nicht erreichen kann. So außerordentlich günstige Bedingungen, wie sich bei den auf Tabelle VI verzeichneten Versuchen geltend machten, werden unter normalen, der Praxis entsprechenden Verhältnissen nicht in Frage kommen können.

Weizen, Gerste und Hafer zeigen bei 9 cm eine wesentliche Übereinstimmung in der Abnahme der Anzahl der aufgelaufenen Pflanzen, verhalten sich dagegen abweichend von einander bei

4. 12 cm, in dem durchschnittlich bei

Sommerweizen . . . . . 36 %
Winterweizen . . . . . 31 „
Gerste . . . . . 32 „
Hafer . . . . . 52 „

an die Oberfläche gelangten, während Roggen, entsprechend der bereits bei 9 cm geringen Anzahl, bei 12 cm noch weiter herabsinkt und zwar

Winterroggen auf 4 % (ohne Petkuser 1,8 %)
Sommerroggen auf 2,5 %.

Wollny[1]) schreibt über das Auflaufen aus beträchtlichen Saattiefen im allgemeinen:

„In der Mehrzahl der Fälle wird das Fehlen des Sauerstoffs nicht zur Erklärung der erfahrungsgemäß bedeutenden Verluste bei übermäßiger Saattiefe herangezogen werden können, weil in dem durch Ackerwerkzeuge gelockerten Boden die Luft leicht in größere Tiefen eintreten kann, vielmehr wird die Ursache fraglicher Erscheinung darin zu suchen sein, daß die in großer Tiefe des Erdreichs sich entwickelnden Pflanzen nicht die Kraft besitzen, die über ihnen liegende Erdschicht zu durchdringen.

Sie gehen dann gewöhnlich in der Erde nach Verbrauch der Reservestoffe, indem sie einem Fäulnisprozeß unterliegen, zugrunde."

Während Roggen in tieferen Lagen entweder gar nicht zur Keimung gelangt, was vielleicht doch auf einen Mangel an Sauerstoff mit zurückgeführt werden muß, oder als schwacher Keim sich in verschiedenen Krümmungen verliert (siehe Abbildungen) und

[1]) Wollny, Saat und Pflege. Seite 557.

nur in den seltensten Fällen an die Oberfläche kommt, reichen die Keimlinge von Weizen, Gerste und Hafer, in der Mehrzahl wenigstens, bis in die Nähe der Oberfläche, wenn sie auch nicht immer die Erdkruste zu durchbrechen vermögen.

In Betreff der oben festgelegten Regelmäßigkeiten in den Beziehungen des Auflaufens zu der Saattiefe konnten Unterschiede zwischen den einzelnen Bodenarten nur darin erkannt werden, daß sich im allgemeinen bei dem Boden des Versuchsfeldes aus tieferen Lagen — 9 bis 12 cm — bei allen Getreidearten die relativ höchsten Auflaufsziffern ergaben. Sand und Lehm, so wie sie in den Versuchen in Verwendung kamen [1]), hängen, wegen sehr ungünstiger, extremer, physikalischer Beschaffenheit zu stark von den jeweiligen Witterungsverhältnissen ab, um praktisch verwertbare Sätze zulassen zu können.

In dem rohen Lehm kamen von 100 in die Tiefe von 9 und 12 cm gelegten Roggenkörnern nur 6 beziehungsweise 2 Keime an die Oberfläche, nachdem durch anfängliche Regengüsse und darauf folgende andauernde Trockenheit eine starke Verkrustung des Bodens eingetreten war. Eine Fläche von 2 qm desselben Lehmes wurde in bestimmten Zwischenräumen bis zur Aufweichung der Erdkruste begossen, worauf das Auflaufen mit 15 beziehungsweise 10 % erfolgte.

Ähnlich lagen die Verhältnisse bei dem Versuchssand; auch hier fand durch starke Regengüsse eine Verkrustung der Oberfläche statt, so daß von 100 in 9 und 12 cm Tiefe gelegten Körnern nur 9 beziehungsweise 6 Keime an die Oberfläche gelangen konnten, während in dem dauernd feucht gehaltenen Sandkasten 20 beziehungsweise 12 % der Keime zum Durchbruch gelangten.

Von diesen 20 beziehungsweise 12 % gelangten zur Entwicklung und setzten Ähren an 17 beziehungsweise 9, während sich im Lehm von den 15 beziehungsweise 10 aufgelaufenen Pflanzen nur 9 beziehungsweise 4 bis zum Ansatz von Ähren entwickelten.

Vergleichende Versuche mit Weizen, Gerste und Hafer litten leider derart unter Vogel- und Insektenfraß, darunter vor allem unter der Fritfliege, daß einigermaßen verlässige Zahlen nicht gewonnen werden konnten.

---

[1]) Mittelfeiner Sand und roher Lehm.

Am weitaus günstigsten lagen die Keimungsverhältnisse im Moor.

Allerdings muß berücksichtigt werden, daß das in Anwendung gelangte Moor aus ganz leichtem, torfmullartigem Material bestand, so daß auch in tieferen Lagen von einem besonderen Widerstand der Erdbedeckung nicht die Rede sein konnte.

Es keimten infolgedessen von je 100 Körnern in:

	9 cm Tiefe	12 cm Tiefe
Petkuser Roggen	88 %	80 %
Pirnaer Roggen	80 „	74 „
Hopetoun-Hafer	80 „	70 „
Hanna-Gerste	69 „	60 „

Sehen wir demnach von dieser für praktische Zwecke wohl kaum in Frage kommenden Bodenart ab, so müssen wir Bindigkeit, geringe Durchlüftbarkeit und Neigung zur Verkrustung als diejenigen Eigenschaften des Bodens betrachten, durch welche die Keimung und weitere Entwicklung am meisten bedroht ist.

Über die Bedeutung der Sortenunterschiede hinsichtlich der Keimung bei verschieden beziehungsweise gleich hoher Erdbedeckung kann auf Grund vorliegender Untersuchungen ein abschließendes Urteil noch nicht gefällt werden. Daß aber Sortenunterschiede bestehen, kann unter Hinweis auf das Verhalten von Petkuser Roggen und Frankensteiner Weizen nicht angezweifelt werden. Auf die Sonderstellung des Petkuser Roggens ist im Verlaufe dieser Abhandlung bereits mehrfach verwiesen worden.

Es erübrigte, festzustellen, wie aus Tabelle III ersichtlich, ob bei den Versuchen, mit Frankensteiner Weizen Zufälligkeiten im Spiele waren, oder ob vielleicht die Bodenverhältnisse sich besonders günstig für diese beiden Sorten erwiesen, oder ob die geringe Empfindlichkeit gegen hohe Erdbedeckung tatsächlich als eine Eigentümlichkeit der Sorte anzusehen ist.

Es wurden infolgedessen wiederholte Anbauversuche mit Frankensteiner Weizen in verschiedenen Bodenarten gemacht, die vollständige Übereinstimmung mit den in Tabelle III verzeichneten Beobachtungen ergaben. Damit dürfte ein Beweis für das Vorhandensein von Sortenunterschieden erbracht sein, der allerdings durch fortgesetzte Versuche erweiternde Ergänzung erfahren muß.

Was die größere Empfindlichkeit des Roggens gegenüber größeren Saattiefen im Vergleich mit den anderen Getreidearten betrifft, so glaubt Verfasser in der Beschaffenheit der Keimscheide den hauptsächlichen Grund suchen zu können.

Die Keimscheide ist das natürliche Schutzmittel für die Blattknospe der Keimpflanze und das Hilfsmittel bei der Durchdringung der Erde bis zum Hervortreten an die Erdoberfläche. Daraus folgt, daß die Pflanze im Auflaufen beschädigt sein muß, wenn die Scheide mechanisch schwächlich ist.

Zahlreiche Untersuchungen haben ergeben, daß die Keimscheide des Roggens dünnwandiger und weniger widerstandsfähig ist als diejenige anderer Getreidearten. Sieben bis acht Wochen nach der Aussaat waren an den meisten Roggenpflanzen nur mehr Reste der Keimscheide zu erkennen, die angefault oder eingeschrumpft die Achse umgaben, während bei Weizen, Gerste und Hafer die Keimscheide völlig intakt und befähigt war, auch nach dem Hervortreten der Blätter über die Bodenfläche noch als Schutz zu dienen.

Verfasser untersuchte weiter in dieser Hinsicht Petkuser Roggen, der, wie bereits erwähnt, weniger empfindlich gegen tiefere Lagen ist und fand tatsächlich dessen Keimscheide gegenüber derjenigen anderer Roggensorten bei gleicher Saattiefe und gleichem Entwicklungsstadium fast durchgehends unverletzt und gesund.

Verletzungen der Keimscheide zeigten sich bei Petkuser Roggen höchstens in der Nähe der Kronenwurzel, an welcher Stelle durch Anhäufung von drei bis vier Knoten eine Verdickung der Achse stattfindet. Verkümmerte Keimlinge, wie sie auf den Bildern (Seite 44, 45, 46) sichtbar sind, gehören bei Petkuser Roggen zu den Seltenheiten.

Vergleichende Untersuchungen hinsichtlich der Beschaffenheit der Keimscheide an Hafer-, Gerste- und Weizenpflanzen ließen auffällige Unterschiede dieses Organes nicht erkennen.

Es erübrigte nunmehr, festzustellen, worin die auch von Stößner[1]) bestätigte große Anzahl der noch bei hoher Erdbedeckung auflaufenden Haferpflanzen begründet sein mag.

---

[1]) Stößner, a. a. O., S. 20, schreibt: „Gerste und Hafer vertragen im allgemeinen eine stärkere Erdbedeckung als Sommerroggen und Sommerweizen.“

Wir verweisen hier auf zwei Punkte, in denen Hafer von den übrigen Getreidearten wesentlich abweicht, nämlich:

1. Streckung des Keimknotens;

2. Verlängerung der Keimscheide über die Erdoberfläche hinaus.

Hinsichtlich des Keimknotens[1]) sind unsere Getreidearten in zwei Gruppen geteilt; die eine Gruppe umfaßt Weizen, Roggen und Gerste, die andere Hafer, Hirse und Mais. Beim Typus des Weizens streckt sich der Keimknoten höchstens in ganz geringem Grade. Die Ansatzstelle der Keimscheide liegt also dicht am Korn.

Bei dem Typus des Hafers streckt sich der Keimknoten und mit ihm wird die Basis der Koleoptile gegen die Erdoberfläche hin gehoben. Die Streckung des Keimknotens nimmt mit tieferer Unterbringung des Saatkornes gemeinhin zu, doch sind innerhalb gleich tiefer Lagen Schwankungen von 1—2 cm zu verzeichnen. Durch diesen Vorgang spielt sich der ganze folgende Entwicklungsprozeß bei Hafer näher der Erdoberfläche ab und damit sind für Stamm und Blatt weit günstigere Bedingungen für das Emporkommen gegeben, als bei Gerste, Weizen und Roggen, deren Keimscheide sich aus der jeweiligen Tieflage der Körner emporarbeiten muß.

Hinsichtlich des zweiten Punktes ergaben Messungen an je 100 Gerste- und Haferpflanzen aus Tieflage von 8—11 cm im Durchschnitt folgendes[2]):

Länge der Keimscheide bei Gerste 5—6 cm, Länge der Keimscheide bei Hafer 3,5—4,5 cm.

Über der Erdoberfläche begleitet die Koleoptile das Blatt bei Hafer auf 1—1,5 cm Länge.

Unter der Erdoberfläche bleibt sie bei obiger Saattiefe bei Gerste 2—3 cm.

---

[1]) Vergleiche:
Göbel, Organographie der Pflanzen. Jena, 1898 und
Hackel, Lebenserscheinungen unserer Gräser. St. Pölten, 1878;
Engler-Prantl, Gramineen, die natürlichen Pflanzenfamilien;
Schellenberg, Untersuchungen über die Lage der Bestockungsknoten einiger Getreiden. 1902. (Festschrift Krämer.)

[2]) Vergl. auch Schellenberg, Untersuchungen . . . .

Ein Vorteil des Hafers bei Auflaufen aus größerer Tiefe gegenüber der Gerste liegt aber zweifellos darin, daß die über die Erdoberfläche kommende Keimscheibe für das erste Laubblatt das Durchbrechen der Erdkruste erleichtert und diesem auch den Schutz gewährt, dessen es in der ersten Zeit entschieden bedarf.

Die Streckung des Keimknotens macht eine größere Verlängerung der Keimscheide entbehrlich; als stärkeres Organ wie die Keimscheide wirkt er energischer. Allerdings hat das Emporkommen aus sehr großen Saattiefen auch beim Hafer seine Grenzen, da der Keimknoten zu beliebiger Verlängerung nicht befähigt ist, was individuell und vielleicht auch nach Sorten verschieden ist. Bleibt die Verlängerung hinter der Tieflage entsprechend zurück, so kann auch die Keimscheide nicht mehr über die Erdoberfläche gelangen.

Was die Zeit anbelangt, in der das Auflaufen bei verschiedenen Saattiefen beginnt und sich vollendet, so bestätigen die Versuche in Übereinstimmung mit den früheren (mit Ausnahme jener Hoffmanns[1]), daß das Auflaufen umso später und unregelmäßiger ist, je tiefer die Samen in die Erde zu liegen kamen.

Da von der Zeit des Auflaufens die Kräftigung der an die Oberfläche gelangten Pflanzen abhängt, so war es von Interesse, zahlenmäßig festzustellen, wie sich die einzelnen Getreidearten bei verschiedener Saattiefe hierin verhalten.

Square head-Weizen.

Gesät am 24. September 1904.

Es kamen an die Oberfläche

aus der Tieflage von	5. Oktb.	6. Oktb.	7. Oktb.	9. Oktb.	11. Oktb.	13. Oktb.	15. Oktb.	17. Oktb.	20. Oktb.
3 cm	486	488	495	495	493	495	495	495	495
6 „	362	463	481	482	487	490	490	490	491
9 „	—	184	286	340	340	340	370	381	383
12 „	—	2	74	89	89	190	150	150	154

[1]) Hoffmann, Prag, zit. bei Schneitler u. a.

Frankensteiner Weizen.

Gesät am 3. Oktober 1904.

Es kamen an die Oberfläche

aus der Tiefe lage von	13. Oktb.	14. Oktb.	15. Oktb.	17. Oktb.	19. Oktb.	21. Oktb.	25. Oktb.	28. Oktb.	1. Novb.
3 cm	450	461	472	492	493	493	493	493	493
6 „	371	378	398	465	465	470	470	470	470
9 „	—	—	200	207	290	412	440	442	442
12 „	—	—	5	70	113	150	170	260	271

Petkuser Roggen.

Gesät am 22. September 1904.

Es kamen an die Oberfläche

aus der Tiefe lage von	1. Oktb.	2. Oktb.	3. Oktb.	4. Oktb.	6. Oktb.	8. Oktb.	10. Oktb.	13. Oktb.	16. Oktb.
3 cm	400	412	419	430	462	471	471	472	472
6 „	101	130	221	239	367	400	420	425	425
9 „	—	—	3	19	73	89	174	237	248
12 „	—	—	—	4	3	5	5	37	44

Schlanstedter Roggen.

Gesät am 30. September 1904.

Es kamen an die Oberfläche

aus der Tiefe lage von	8. Oktb.	9. Oktb.	10. Oktb.	11. Oktb.	13. Oktb.	15. Oktb.	17. Oktb.	20. Oktb.	23. Oktb.
3 cm	300	317	325	339	341	342	342	342	342
6 „	70	93	101	110	117	120	190	220	225
9 „	—	—	—	9	17	20	53	61	97
12 „	—	—	—	—	—	3	4	12	11

Hanna-Gerste.

Gesät am 7. April 1905.

Es kamen an die Oberfläche

aus der Tiefe lage von	16. April	17. April	18. April	19. April	21. April	23. April	25. April	27. April	29. April
3 cm	360	369	410	445	462	465	463	463	463
6 „	310	321	360	384	397	421	430	431	431
9 „	47	90	137	163	219	301	354	371	377
12 „	—	—	4	27	27	154	167	182	190

Probsteier Gerste.

Gesät am 4. April 1905.

Es kamen an die Oberfläche

aus der Tieflage von	14. April	15. April	16. April	18. April	20. April	22. April	24. April	26. April	29. April
3 cm	378	391	412	421	427	427	428	428	428
6 „	359	378	391	409	415	427	434	434	436
9 „	57	81	150	178	239	312	347	354	367
12 „	—	—	10	21	49	51	190	214	215

Anderbecker Hafer.

Gesät am 27. März 1905.

Es kamen an die Oberfläche

aus der Tieflage von	6. April	7. April	8. April	9. April	11. April	13. April	15. April	17. April	20. April
3 cm	280	301	350	390	392	390	390	390	390
6 „	300	345	374	401	401	410	411	412	412
9 „	—	70	100	153	204	285	320	324	326
12 „	—	12	82	114	273	274	320	330	331

Hopetoun-Hafer.

Gesät am 30. März 1905.

Es kamen an die Oberfläche

aus der Tieflage von	10. April	11. April	12. April	13. April	15. April	17. April	19. April	21. April	23. April
3 cm	500	520	530	536	536	537	536	536	536
6 „	362	370	400	461	479	480	481	481	481
9 „	73	89	117	200	284	387	391	452	458
12 „	2	20	100	158	319	384	400	410	415

Die Zählung der Pflanzen wurde vorgenommen, sobald die Spitzen der Keimlinge die Erdoberfläche durchbrachen. Das Auflaufen der ersten Pflanzen begann in der Tieflage von 3 cm und 6 cm bei allen Getreidearten mit Ausnahme von Anderbecker Hafer gleichzeitig, jedoch prozentisch geringer in der Tieflage von 6 cm. Nach Verlauf von drei bis fünf Tagen haben Weizen, Gerste und Hafer bei 6 cm Aussaattiefe annähernd gleiche Auflaufziffern erreicht. Bei Roggen geht die Keimung entsprechend der größeren Empfindlichkeit gegen starke Erdbedeckung bei 6 cm

Tieflage wesentlich langsamer vor sich, als bei 3 cm Tieflage. Die Differenz zwischen den am ersten und letzten Tage aufgelaufenen Pflanzen beträgt bei 6 cm Saattiefe:

bei	Square head-Weizen . .	129	Pflanzen (362—491),
„	Frankensteiner Weizen .	99	„ (371—470),
„	Hanna-Gerste	121	„ (310—431),
„	Probsteier Gerste . . .	77	„ (359—436),
„	Anderbecker Hafer . . .	112	„ (300—412),
„	Hopetoun-Hafer	119	„ (362—481),
„	Petkuser Roggen . . .	324	„ (101—424),
„	Schlanstedter Roggen . .	155	„ (70—225).

Aus der Tieflage von 9 cm erschien gleichzeitig mit den flacheren Lagen Hopetoun-Hafer, sowie Hanna- und Probsteier Gerste. Die Unregelmäßigkeit im Auflaufen nimmt bei dieser Tieflage zu. Petkuser Roggen gelangt aus der Tieflage von 9 cm um drei Tage, Schlanstedter Roggen um vier Tage später an die Erdoberfläche. Die Unregelmäßigkeit im Auflaufen tritt bei Roggen deutlicher hervor als bei den übrigen Getreidearten.

Bei einer Aussaat von 12 cm Tiefe erscheint nur Hopetoun-Hafer zu gleicher Zeit mit den Pflanzen der übrigen Saattiefen an der Oberfläche. Gegenüber letzterem erscheint Anderbecker Hafer und Square head-Weizen um einen Tag, Frankensteiner Weizen, Hanna- und Probsteier Gerste um drei Tage, Petkuser Roggen um vier Tage, Schlanstedter Roggen um sechs Tage später.

Die Unregelmäßigkeit im Aufgehen nimmt bei 9 cm Tieflage zu.

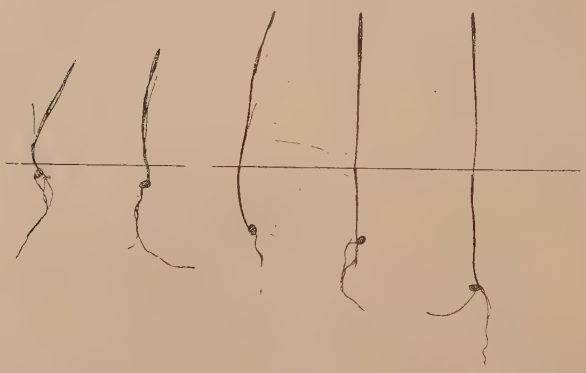
In gleicher Weise wie das prozentische Auflaufen erfolgt demnach auch das zeitliche Auflaufen der einzelnen Getreidearten und -sorten bei verschiedener Tieflage verschieden.

Allgemeinhin kann mit Bestimmtheit behauptet werden, daß mit zunehmender Tiefe der Aussaat das Auflaufen später und unregelmäßiger vor sich geht. Daraus folgt, daß in der Praxis zur Erzielung einer raschen und gleichmäßigen Keimung und damit zusammenhängenden kräftigen Entwicklung auf entsprechende Tiefe der Saatunterbringung bedacht werden muß.

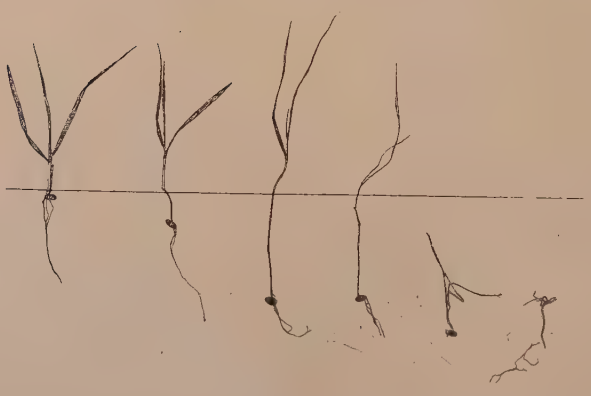
II. Die anfängliche Entwicklung nach dem Hervortreten an die Erdoberfläche.

Die weitere Entwicklung, besonders auch das Längenwachstum bald nach dem Hervortreten an die Oberfläche, sollen nachstehende nach der Natur aufgenommene Bilder[1]) veranschaulichen.

I. Square head-Weizen.

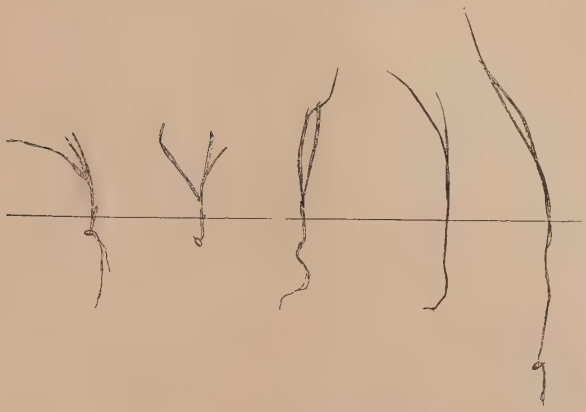


II. Square head-Weizen.



[1]) Das Recht der Vervielfältigung behält sich Verfasser vor.

III. Square head-Weizen.



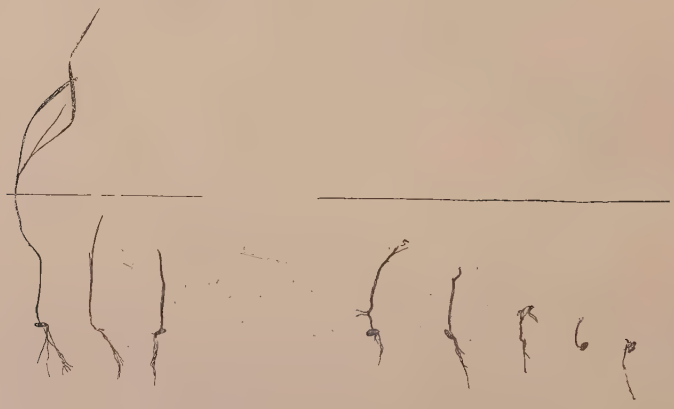
IV. Square head-Weizen.

V. Petkuser Roggen.

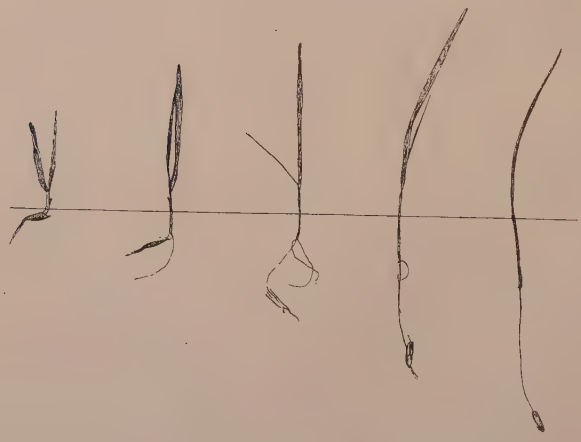
VI. Petkuſer Roggen.

VII. Petkuſer Roggen.

Landroggen.



VIII. Sechsämter Hafer.



IX. Hanna-Gerste.

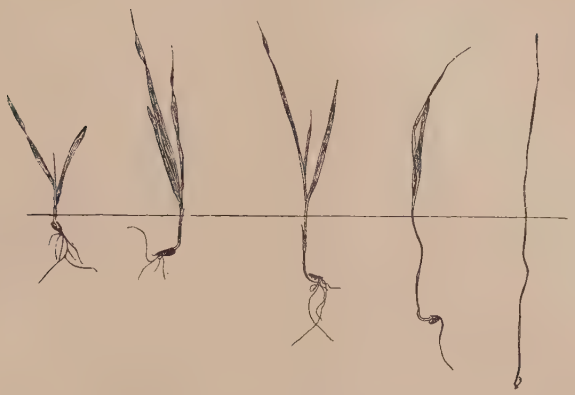


Bild I, II, III, IV zeigen Weizenpflanzen aus verschiedener Tieflage des Saatkorns und in verschiedenen Entwicklungsstadien. Der horizontale Strich bedeutet auf allen Bildern die Erdoberfläche.

Die Tieflage der Saatkörner beträgt 2, 3, 6, 9 und 12 cm; auf Bild II fehlt die Tiefenlage von 6 cm.

Gemeinhin ist zu beobachten, daß die Entwicklung und Erstarkung der ganzen Pflanze wie der einzelnen Seitensprosse mit zunehmender Tiefe abnimmt.

Zwischen den Pflanzen aus 2 und 3 cm Tiefe ist bei Wintergetreide anfänglich ein wesentlicher Unterschied nicht zu erkennen; die Pflanzen der Sommergetreidearten treten, was noch später erörtert werden soll, bei flacher Bedeckung (2 cm) in der Entwicklung stark zurück.

Bild II (Fig. 5 und 6) und Bild IV (Fig. 4, 5 und 6) bringen das mit zunehmender Tiefe immer mehr erschwerte Durchdringen an die Erdoberfläche zum Ausdruck. Wenn Pflanze 4 auf Tafel II aus 9 cm Tiefe, trotz ihrer Schwäche, emporgekommen ist, so erklärt sich dies wohl daraus, daß der Keimling auf dem geraden Wege zur Erdoberfläche durch Steine, Erdklumpen und dergleichen nicht gehindert wurde und keinerlei Verletzungen erhielt.

Bei den schmalen Blättern der tiefen Saaten setzt sich die durch Lichtmangel beschleunigte Verlängerung von der Basis her auch noch nach dem Hervordringen an die Oberfläche fort. Ob-

wohl bei 9—12 cm Saattiefe die Pflanzen um fünf bis zehn Tage später erschienen, so erreichten sie doch nicht nur in Bälde die Länge der Pflanzen weniger tiefer Saaten, sondern sie übertrafen sie noch um mehrere Zentimeter.

Am deutlichsten prägt sich diese Erscheinung bei Roggen, dann bei Weizen, weniger, aber doch ohne weiteres merkbar, bei Gerste und Hafer aus.

Auf Bild I ist bei Pflanzen aus 6,9 und 12 cm Tiefe ein Längenunterschied nicht erkennbar. Wird aber in Betracht gezogen, daß Pflanze 4 um drei Tage später als Pflanze 3 und Pflanze 5 um sechs Tage später als Pflanze 4 an die Erdoberfläche gelangte, daß ferner alle drei Pflanzen (3, 4, 5) zur Zeit der Entnahme aus dem Boden (25 Tage nach der Aussaat) bereits die gleiche Höhe erreicht hatten, so kann mit Bestimmtheit angenommen werden, daß die gleichen Höhenunterschiede erreicht worden wären, wenn die Pflanzen wie bei Bild III bis zum 32. Tage nach der Aussaat im Boden gelassen worden wären.

Aus den Abbildungen ist auch ersichtlich, daß die Entwicklung der aufeinanderfolgenden Blätter bei den flachen Saaten rascher und gleichmäßiger ist als bei den tiefen. Die flachen Saaten zeigen bereits das zweite und dritte Blatt, während bei den tieferen erst e i n, höchstens zwei Blätter hervorgetreten sind.

Square head-Weizen zeigt auf Bild IV bei einer Tieflage des Saatkorns von 2 beziehungsweise 3 cm die kräftige Entwicklung von sieben Blättern, während bei 6 cm Saattiefe nur drei bedeutend schwächere Blätter ersichtlich sind.

Auch die stärkere Bewurzelung der flacheren Saaten ist auf den meisten Bildern erkennbar.

Die Bilder V und VI — Petkuser Roggen — veranschaulichen dieselben Verschiedenheiten hinsichtlich der Entwicklung von Pflanzen aus ungleicher Saattiefe, wie die Bilder der Square head-Pflanzen. Die Erscheinung des starken Längenwachstums der Pflanzen der Tiefsaaten tritt namentlich bei Roggen (Bild V) deutlich zu Tage.

Bild VII — Petkuser und Landroggen — in 12 cm Saattiefe, zeigt die größere Empfindlichkeit des Landroggens gegenüber dem Petkuser Roggen bei starker Erdbedeckung. Krümmungen, Knickungen und Quetschungen, sowie sonstige Verletzungen der Keimlinge der tiefen Saat, wie sie Landroggen zeigt, kommen

bei Petkuser Roggen selten vor. Auch auf diese Erscheinung wurde schon oben hingewiesen und darauf die prozentisch weit höhere Zahl der aus den Tieflagen von 9 und 12 cm aufgelaufenen Pflanzen des Petkuser Roggens gegenüber den anderen Roggensorten zurückgeführt.

Auf Bild VIII — Sechsämter Hafer — und Bild IX — Hanna-Gerste — kommt zum Ausdruck, daß sich bei Sommergetreide innerhalb bestimmter Grenzen eine mäßige Bedeckung mit Erde (3 cm) weit günstiger für die Weiterentwicklung gestaltet, als die flache Bedeckung von 2 cm, ein Umstand, der sich, zumal bei späterer Aussaat, aus der Trockenheit der oberen Bodenschichten erklärt.

Der ungünstige Einfluß ungenügender Bedeckung auf Sommersaaten findet auch durch frühere Versuchsansteller Bestätigung. So empfiehlt Sprengel „auf Sandboden und sehr trockenen Bodenarten, bei rauhem Klima, besonders wenn noch dazu heftige Winde in einer solchen Lokalität vorherrschend sind, auch für Sommerfrüchte eine tiefere Bedeckung, für Winterfrüchte, warmes, feuchtes Klima, nasse Böden, besonders von toniger Beschaffenheit, eine seichtere." Stößner schreibt: „Die flachen Lagen der Körner scheinen für den Hafer als einer Pflanze der feuchten, sommerkühlen Gegenden zu trocken zu sein."

Ein Blick auf Bild VIII und IX läßt ferner viel geringere Differenzen in der Entwicklung der einzelnen Pflanzen, namentlich bei Hafer erkennen, als sich solche bei Weizen und Roggen unter fast gleichen Verhältnissen ergeben. Lediglich in der flachsten (2 cm) und in der tiefsten Saatlage (12 cm) ist ein Zurückbleiben in der Gesamtentwicklung deutlich erkennbar.

Die besondere Verlängerung der Blätter der Gersten- und Haferpflanzen aus 9 und 12 cm Saattiefe im Verhältnis zu den Pflanzen aus flacherer Saat tritt, wie bereits hervorgehoben, gegen das Wachstum der unter gleichen Bedingungen gekeimter Weizen- und Roggenpflanzen deutlich zurück. Die verschiedene Empfindlichkeit der einzelnen Getreidegattungen gegen tiefe Saat und namentlich die große Empfindlichkeit des Roggens zeigt sich auch in dem Verhalten des ersten Blattes. Das erste Blatt der Roggentiefsaaten, welches, wie erwähnt, besonders lang wird, ist sehr schwächlich, weshalb es durch Wind und Regen leicht niedergedrückt wird, oder sich schon unter dem eigenen Gewicht nieder-

legt; oft geht es auch nachträglich ganz zugrunde. Die Erstarkung der aus größeren Tiefen aufgelaufenen Roggenpflanzen wird auch durchschnittlich um 8—10 Tage später bemerkbar als bei den anderen Getreidearten; besonders bei Weizen verläuft die nachträgliche Kräftigung viel rascher. Die verschiedene Empfindlichkeit gegen tiefe Saat äußert sich auch in den verschiedenen Sterblichkeitsprozenten der bei 9 und 12 cm aufgelaufenen Pflanzen.

Von	aus	an die Oberfläche gelangten Pflanzen	von	gingen	vor Winter zugrunde
383	9 cm	„	Square head-Weizen .	5	„
442	„	„	Frankensteiner Weizen .	9	„
300	„	„	Mold's red prolific-Weizen	10	„
248	„	„	Petkuser Roggen . . .	13	„
97	„	„	Schlanstedter Roggen .	9	„
367	„	„	Probsteier Gerste . . .	10	nach 14 Tagen
326	„	„	Anderbecker Hafer . .	—	wieder zugrunde
154	12 cm	„	Square head-Weizen .	4	vor Winter
271	„	„	Frankensteiner Weizen .	6	zugrunde
136	„	„	Mold's redprolific-Weizen	8	„
44	„	„	Petkuser Roggen . . .	5	„
11	„	„	Schlanstedter Roggen .	2	„
215	„	„	Probsteier Gerste . . .	7	nach 14 Tagen
331	„	„	Anderbecker Hafer . .	9	zugrunde

In Prozenten ausgedrückt gingen zugrunde:

	bei 9 cm Tiefe	bei 12 cm Tiefe
von Schlanstedter Roggen . . .	9,2 %	18,1 %
„ Petkuser Roggen	5,2 „	11,3 „
„ Mold's red prolific-Weizen	3,3 „	5,9 „
„ Frankensteiner Weizen . .	2,0 „	2,2 „
„ Square head-Weizen . . .	1,3 „	2,6 „
„ Probsteier Gerste	2,7 „	3,2 „
„ Anderbecker Hafer	2,7 „	2,6 „

Die Sterblichkeit ist demnach bei Roggen in beiden Tiefen viel größer als bei den anderen Getreidearten, bei Petkuser weniger als bei Schlanstedter.

Die Erscheinungen in der anfänglichen Entwicklung der aufgelaufenen Saaten bei den verschiedenen Getreiden entsprechen im allgemeinen den mitgeteilten Beobachtungen über das Zahlenverhältnis der aus größeren Saattiefen emporkommenden Pflanzen. Am geringsten war deren Zahl beim Roggen, am größten bei

Hafer. Dies Verhältnis ist auch verständlich. Wenn bei der Nötigung, aus größeren Erdtiefen emporzukommen, ein verschiedenes Maß von Schwächung der Pflanzen entsteht, so wird sich dies auch in der späteren Entwicklung geltend machen müssen. Es darf angenommen werden, daß der gleiche Umstand, der das Auflaufen des Hafers bei größeren Saattiefen begünstigt, auch bei der späteren besseren Entwicklung mitbeteiligt ist, nämlich die Streckung des Keimknotens. Denn dadurch kommen die Blattanlagen der Stammknospe sofort der Erdoberfläche näher; es ist ihr Hervorbrechen über diese erleichtert und beschleunigt, während bei Roggen der Weg, den die wachsenden Blätter und Halmglieder unterirdisch zurückzulegen haben, viel länger ist. Von Interesse ist schließlich noch folgende Beobachtung: Gerste und Hafer aus Tieflagen von 9 cm und darunter erwiesen sich in allen Bodenarten gegen Temperaturen von + 3 bis 4° C derart empfindlich, daß sich an den jeweils jüngsten, eben die Erdoberfläche durchbrechenden Blattpartien gelbe Ringe bis zu 1 cm Breite bildeten, während die bei höheren Temperaturen zum Vorschein kommenden Partien die normale grüne Farbe zeigten.

Das beträchtliche Steigen und Sinken der Temperatur, das im Frühjahr und Herbst in den Vormittags- beziehungsweise Abendstunden fast regelmäßig eintritt, war also an den Pflanzen durch abwechselnd grüne und gelbe Schichten deutlich zu erkennen. Nach 8—10 Tagen, je nach kälterer oder wärmerer Witterung, nahmen die gelben Streifen allmählich grüne Färbung an. Nach 12—14 Tagen war irgend eine Schattierung nicht mehr zu erkennen. Roggen und Weizen ließen im Boden des Versuchsfeldes irgendwelche durch niedere Temperatur verursachte Änderung nicht erkennen. Dagegen zeigt Roggen, weniger Weizen, auf Moor- und Sandboden Streifungen, analog Gerste und Hafer; nur mit dem Unterschied einer rotbraunen statt gelben Farbe.

Derartige Erscheinungen bringen zweifellos Störungen mit sich, die vergleichende Beobachtungen über Entwicklung und Wachstum innerhalb bestimmter Zeiträume gegenüber den durch niedere Temperaturen nicht beschädigten Pflanzen aus flacher Saatlage nicht zulassen. Sortenunterschiede in der Empfindlichkeit gegen schroffen Temperaturwechsel machten sich sehr deutlich erkennbar. So zeigte sich am empfindlichsten Probsteier Gerste, Imperial-Gerste und Probsteier Hafer.

III. Die Gliederung des unterirdischen Halmteils und die Bestockung.

Die Gliederung des unterirdischen Halmteils ist für das Verständnis der Folgen verschiedener Saattiefen auf Entwicklung und Ertrag der Pflanzen insofern von Wichtigkeit, als durch sie die Stellung der Knoten in der Erde gegeben ist, von denen die Bestockungssprosse und die Adventivwurzeln entspringen; sonach ist durch die Stellung der Knoten auch die der Bestockungssprosse und die Verteilung der Wurzeln in der Erde bestimmt. Zum Teil hängt von der Knotenanlage auch die Möglichkeit der Sproßerzeugung ab und je nach der Stellung der Sprosse ist deren eigene Bewurzelung mehr oder weniger begünstigt. Daß die Zahl der Bestockungssprosse mit von der Aussaattiefe abhängt, ist durch verschiedene Untersuchungen festgestellt.

Schon Ugazy untersuchte die Lage der Bestockungsknoten bei Pflanzen verschiedener Saattiefe und suchte deren Einfluß auf die Erzeugung von Seitentrieben klarzulegen. Er schreibt hierzu:

„Es wurden von jeder der in nachstehender Tabelle verzeichneten Fruchtarten 1000 Pflanzen samt den Wurzelstöcken aus der Erde gehoben. Ungeachtet die Körner auf 4—5 Zoll (10,4 bis 13,0 cm) untergepflügt worden sind, so stand doch (wie aus der Tabelle ersichtlich ist) nur ein kleiner Teil der Wurzelknoten, von denen die Saugwurzel gebildet, bis 1½ Zoll (3,9 cm), der größte aber höchstens nur 1 Zoll (2,6 cm) tief im Boden."

Benennung der Fruchtarten	Standen die Wurzelstöcke in der Erde tief					Diese erzeugten im Durchschnitt Halme			
	bis 1" (2,6 cm)	bis 1½" (3,9 cm)	bis 2" (5,2 cm)	bis 2½" (6,5 cm)	Summe	von der ersten	von der zweiten	von der dritten	von der vierten
Winterroggen	742	221	32	5	1000	$2^3/_5$	$1^3/_7$	1	1
Winterweizen	768	215	17	—	1000	$3^4/_7$	$2^1/_2$	1	—
Sommerweizen	645	304	42	9	1000	$4^1/_6$	$2^3/_5$	$1^1/_4$	1
Sommergerste	631	317	41	11	1000	$3^2/_5$	$1^3/_4$	1	1
Sommerhafer	672	241	64	23	1000	$1^1/_2$	1	1	1

Anspruch auf Genauigkeit kann dieser Versuch Ugazy's nicht erheben, da die Körner der einzelnen Getreidearten nicht wie bei seinen späteren Versuchen in bestimmte Tieflagen gebracht, sondern lediglich breitwürfig ausgesät und auf 4—5" untergepflügt wurden.

Nach den Beobachtungen des Verfassers vorliegender Schrift konnte bei einer Tieflage des Samenkorns von 10,4—13 cm nur Winterroggen den Bestockungsknoten bis 2,6 cm unterhalb der Erdoberfläche emporheben. Bei Weizen und Hafer kommen bei der Tieflage von 10—13 cm die Bestockungsknoten durchschnittlich 4 cm, bei Gerste 4,5—5 cm unter die Erdoberfläche zu liegen. Auffallend ist das Verhalten des Winterweizens, der nach Ugazy das Bestreben zeigen soll, die Bestockungsknoten näher der Erdoberfläche zu bilden als Roggen. Auch stimmt mit späteren Beobachtungen nicht überein, daß die Bestockungsknoten bei Hafer tiefer liegen als bei Gerste. Richtig ist dagegen Ugazy's Angabe, daß die Gesamtzahl der durchschnittlich erzeugten Halme mit der größeren Erdbedeckung des Samens und dadurch bedingten tieferen Lage der Bestockungsknoten abnimmt.

Auch Ekkert wies Beziehungen der Saattiefe zu der Zahl der Sprosse bei Roggen, Gerste und Hafer nach. Überall sinkt die Sproßzahl mit der Saattiefe, aber nur bei Roggen konstant mit zunehmender Tieflage der Saat; bei Gerste und Hafer zeigt die Tieflage von 4 und 6 cm die günstigste Sproßbildung, während die von 2 cm, wenn auch unbedeutend, zurückgeht. Obige Feststellungen beziehen sich auf die erste Hälfte des Bestockungsstadiums. Spätere, nahe dem Abschluß der Bestockung und im ersten Beginn des Schossens vorgenommene Bestimmungen bei Hafer- und Gerstenpflanzen ergaben, daß die Pflanzen der geringsten Tieflage die meisten Sprosse entwickelt hatten; bei den übrigen Tieflagen ist der Unterschied in der Bestockung nicht bedeutend. Es ist dies, wie Ekkert schreibt, ein wiederholter Beleg dafür, daß die Bestockungsfähigkeit der Pflanzen größerer Tieflagen, wenn sie nur überhaupt aufgelaufen sind, keine geschwächte ist. Dagegen geschieht die Bestockung umso später, je größer die Tieflage ist. Im ersten Entwicklungsstadium verhält sich die Tieflage von 2 cm ungünstiger als die von 4 und 6 cm, später gleichen sich die Differenzen aus und im letzten Stadium gestaltet sich gerade die flachste Tieflage am günstigsten. Die Ursache dieser Wandlung sucht

Ekkert in den Witterungsverhältnissen. Die zu Anfang der Versuchsperiode eingetretene Trockenheit verhinderte vorläufig die Entwicklung der Pflanzen geringster Tieflage, während die Pflanzen größerer Tieflagen sich infolge der Feuchtigkeit tieferer Bodenschichten gut entwickeln konnten. Später konnten, da bessere Witterung mit häufigem Regenfall eintrat, die Pflanzen der geringsten Tieflagen diejenigen der zwei größeren einholen und sogar überflügeln. Bei Beurteilung der Frage über die zweckmäßigste Tieflage des Samens sind also die Witterungsverhältnisse, namentlich bei Sommergetreide, von weitgehender Bedeutung.

Wollny faßt das Ergebnis der Feststellungen über die Beziehungen zwischen Saattiefe und Bestockung dahin zusammen, daß sich Pflanzen aus tiefer Aussaat spärlicher bestocken als solche aus flacherer Saat.

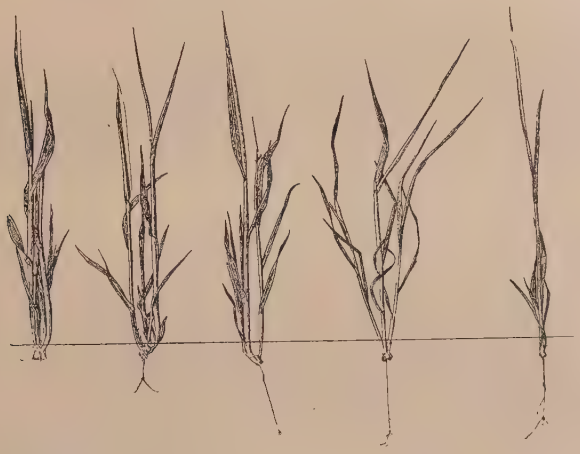
Stößner fand, daß die Entwicklung der Seitensprosse nicht nur von der Getreidegattung und -sorte, sondern auch von der Saattiefe abhängt, daß im allgemeinen die unterirdischen Stengelglieder und Sprosse durch die tiefere Aussaat schwächlicher und gegen ungünstige Einflüsse empfindlicher ausgebildet werden als bei seichter Körnerlage, daß die Entwicklung der jungen, unterirdischen Pflanzenteile sich gewissen Aussaattiefen besser anzupassen vermag als anderen dazwischenliegenden, daß dies aber sehr verschieden ist bei den einzelnen Sorten und daß es unzulässig ist, aus der Bestockung der Pflanzen im jugendlichen Entwicklungszustand auf die endgültige Bestockung zu schließen.

Der Witterung legt Stößner hinsichtlich der Entwicklung der Seitensprosse ebenfalls Bedeutung bei.

Tietschert fand dagegen bei großen Unterschieden in der Saattiefe im allgemeinen keine merklichen Unterschiede in der Bestockung; bei der größten Saattiefe war sogar die Bestockung am größten. Jedoch macht sich bei den betreffenden Versuchssaaten der Umstand geltend, daß bei tiefer Saat eine geringere Anzahl Pflanzen aufgelaufen war, der Bestand sich also vermindert hatte, was naturgemäß die Bestockung der übrigbleibenden Pflanzen begünstigte. Daß tiefere Saat die Bestockung insofern beeinflußt, als die später auflaufende Pflanze sich auch später zu bestocken beginnt, hebt auch Tietschert hervor.

Wie sehr Pflanzen durch tiefere Aussaat geschwächt, in der Bestockung zurückgehalten werden, zeigen nachstehende Abbildungen:

X. Petkuser Roggen.



XI. Square head-Weizen.

Auch Wollny[1]) bringt die starken Unterschiede in der Bestockung von Roggenpflanzen bei der Saattiefe von 2,5, 5 und 7,5 cm bildlich zum Ausdruck.

[1]) Wollny, Saat und Pflege der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, S. 565.

Wie die Versuche des Verfassers vielfach zeigten, können trotz sehr tiefer Saatlage infolge nachträglicher Ausgleichungen sehr starke Pflanzen zur Entwicklung gelangen; vom praktischen Standpunkt darf aber darin kein Anlaß gefunden werden, die Einhaltung richtiger Saattiefen zu versäumen.

Die Herabdrückung der Bestockung durch tiefe Saat ist zum einen Teil aus der allgemeinen Schwächung der bei tiefer Lage des Saatkorns aufgelaufenen Pflanze zu erklären, zum andern Teil hängt sie mit Abänderungen in der Gliederung des unterirdischen Halmteiles zusammen.

Bekanntlich ist am Grunde des Halmes infolge geringer oder ganz ausbleibender Streckung der Internodien eine Gruppe von Knoten zusammengedrängt, von denen die Sproßbildung ihren Ausgang nimmt. Es wird aber die Gliederung der Halmbasis durch die Saattiefe in hohem Maße modifiziert, indem bei größeren Saattiefen Streckungen der unterirdischen Teile oberhalb des Kornes eintreten, was zur Folge hat, daß die Knotenanhäufungen und damit der eigentliche Grundstock keineswegs so tief in der Erde zu sitzen braucht als der Saattiefe entspricht.

Dies ist schon Bonnet[1]) (1758) aufgefallen. In seinem Buche „Untersuchungen über den Nutzen der Blätter bey den Pflanzen" finden wir einen Abschnitt „Neue Untersuchungen über die Wurzeln des Weitzens und der Trespe. Das Besondere in ihrem Wachsthum. Practische Regeln, welche man hieraus ziehen kann."

Der Verfasser beschreibt an Hand einer vorzüglichen Abbildung die Anordnung der Knoten und Wurzeln, wie er sie an einer, nach der Ernte dem freien Felde entnommenen Weizenpflanze vorfand. „Die Wurzeln der Kindheit" (gemeint sind die Keimwurzeln), schreibt Bonnet, „sind sehr klein und nur in geringer Anzahl. Aus der Mitte dieser Wurzeln erhebt sich der alte Stengel (gemeint ist das erste gestreckte Internodium), der nur einige Zoll lang und nicht größer (sollte heißen stärker) als ein Zwirnfaden ist. Zuweilen

[1]) Carl Bonnet's Untersuchungen über den Nutzen der Blätter bey den Pflanzen. Zweyte Auflage. Ulm, 1803. Verlag der Stettinischen Buchhandlung.

ist dieser Halm zwey oder dreymal länger; zuweilen auch so kurtz, daß die Hülse des Korns unmittelbar an dem ersten Knoten zu sitzen scheint. Diese Verschiedenheit hängt ohne Zweifel von der kleineren oder größeren Tiefe ab, in welche das Korn gelegt wurde."

Weiter unten schreibt Bonnet:

„Ungeachtet ich an den Weitzenstöcken, welche ich nach der Ernte ausgerissen, drey Ordnungen (Etagen) der Wurzeln bemerkt habe, so darf man dennoch daraus keineswegs schließen, daß sie sich beständig bei allen Individuen finden. Es kann in dieser Hinsicht ähnliche Veränderungen wie in der Länge des alten Halmes und zwar aus eben derselben Ursache (Saattiefe) geben. Überhaupt muß man bemerken, daß die Knoten diejenigen Theile der Pflanze sind, welche den Wachstum der Wurzeln und Knospen vorzüglich bewirken."

Diese Beobachtungen führen, wie Bonnet darlegt, auf einige praktische Regeln, wie tief die Körner in den Boden kommen müssen, um die Entwicklung einer größeren Menge Wurzeln zu veranlassen.

Ugazy scheint eingehendere Beobachtungen über die Gliederung des unterirdischen Halmteiles bei verschieden tiefer Saat nicht gemacht zu haben. Er bemerkt lediglich, daß bei seinen Versuchen mit Sommerweizen und Gerste einige Wurzelstöcke eine Pfahlwurzel (der „alte Stengel" bei Bonnet) hatten, an der noch die Hülse des Samenkornes meistens ein bis zwey Zoll vom Wurzelknoten entfernt hing.

Näher befaßte sich mit diesen Vorgängen Tietschert und noch eingehender untersuchte Ekkert diese Verhältnisse. Die Befunde beider stimmen in der Hauptsache überein. Ekkert fand, daß die Hebung des Stockes bis in die Nähe der Erdoberfläche sich bei allen Getreidearten in der Weise vollziehe, daß bei flacher Saat der Stock unmittelbar am Korn sitzt; bei tieferer Saat streckt sich ein Glied über dem Korn; wird die Saattiefe noch beträchtlicher, so streckt sich noch ein zweites und eventuell noch ein drittes Glied. Zum ersten Bestockungsknoten wird entweder der Keimknoten oder der erste beziehungsweise zweite, beziehungsweise dritte Knoten der Achse.

Aus Ekkert's Abbildungen ist zu ersehen, daß Unterschiede im Verhalten der verschiedenen Getreidearten darin bestehen, daß bei Roggen die Streckung des ersten Gliedes schon bei geringerer Saattiefe beginnt als bei Weizen, bei dem infolgedessen der Stock tiefer in der Erde entstehen kann. Auch Hafer und Gerste strecken das erste Glied schon bei geringerer Tiefe als Weizen. Entwickeln Knoten des unterirdischen gestreckten Teiles der Hauptachse Seitensprosse, so können, wie auch Tietschert fand, aus diesem sekundäre Stöcke entstehen.

Anderweitige charakteristische Besonderheiten der verschiedenen Getreide weisen die Beschreibungen Ekkert's nicht auf.

Aus den Untersuchungen Stößner's interessiert an dieser Stelle die Feststellung von Sortenverschiedenheiten. Stößner beobachtete nämlich, daß bei Perl- und Chevaliergerste das zweite unterirdische Internodium bei 8 cm, bei der Pfauengerste aber schon bei 7 cm Saattiefe auftrat; die Perlgerste scheint am schwierigsten, die Pfauengerste am leichtesten einen zweiten Knoten zu bilden; die Chevaliergerste in der Mitte zu stehen. Nach den eigenen Bestimmungen des Verfassers dieser Arbeit hatten die Halme der Chevaliergerste der Saattiefe von 9—12 cm zu 43,8 % gestreckte und solche der Saattiefe von 8,5—9,5 cm zu 7,7 % zweite Internodien. Dagegen waren bei den Halmen der Probsteier Gerste aus 8,5—12 cm Saattiefe ausnahmslos zwei Internodien (unterhalb der Knotenanhäufung) gestreckt. Diese Beobachtung dürfte demnach weiterhin die Schlußfolgerung Stößner's bekräftigen, die dahin geht, daß sich die Internodienlängen der günstigeren oder nachteiligeren Saattiefe bis zu einem gewissen Grade anpassen und zwar bei verschiedenen Sorten in verschiedener Weise.

Karl Kraus[1]) erörtert die Ursache des eigentümlichen Verhaltens, daß die Knotenanhäufung bei Wachstum unter normalen Verhältnissen immer eine Strecke unter der Erdoberfläche steht. Er kommt zu dem Schlusse, daß es sich um eine Wirkung der Beleuchtung handle, in der Weise, daß das Licht eine verzögernde Wirkung auf das Wachstum der unterirdischen Stengelteile ausübe, welche sich von den oberirdischen Teilen auf die unterirdischen übertrage. Darnach sei zu vermuten, daß die Tiefe, in

[1]) Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik. Bd. XII (1889), S. 159.

der sich die Bestockungsknoten ausbilden, nicht allein von spezifischen Ursachen, sondern auch von äußeren Verhältnissen abhänge.

Daraus ergibt sich weiter, daß, wenn man die Beziehungen zwischen der unterirdischen Gliederung und der Saattiefe ermitteln will, die Kulturen gleicher Belichtung ausgesetzt sein müssen. Daher können auch Unterschiede schon entstehen, wenn verschieden tiefe Saaten infolge des Auflaufens in ungleiche Belichtung kommen.[1])

Eingehende experimentelle Untersuchungen über die Einwirkung des Lichtes hat Schellenberg[2]) (1902) angestellt.

Schellenberg bringt, wie Kraus, die Lage der Bestockungsknoten mit der Lichtwirkung in Zusammenhang. Auf Grund eingehender Versuche wurde nachgewiesen, daß die Länge des ersten Internodiums bei Weizen, Roggen und Gerste beziehungsweise des gestreckten Keimknotens bei Hafer bedingt ist durch die Zeitdauer von der Keimung bis zur Einwirkung des Lichtes auf die Pflanzen. Schellenberg hat auch Versuche angestellt, um zu ermitteln, welches Organ den Lichtreiz übermittle und ist zu dem Resultat gekommen:

Bei Weizen, Roggen und Gerste übermittelt das Laubblatt, bei Hafer die Keimscheide den Lichtreiz auf das sich streckende Internodium beziehungsweise den sich streckenden Keimknoten.

Wenn der Keimling im Boden sich befindet, so ist er ganz verdunkelt und eine Belichtung der einzelnen Organe findet in dem Maße statt, wie sie aus dem Boden hervortreten. Deswegen ist, wie Schellenberg schreibt, die Tiefenlage des Samenkorns für die Lage der Bestockungsknoten an der jungen Pflanze von großer Wichtigkeit. Jedoch, bemerkt Schellenberg, daß individuelle Verschiedenheiten vorkommen, insofern als kräftige Individuen bei gleicher Saattiefe ihre Blätter früher ans Licht bringen als schwächliche Exemplare. Dementsprechend treffe man bei gleicher Saattiefe die Knoten bei den kräftigen Pflanzen in tieferer Lage als

---

[1]) Vergleiche Paul Kossowitsch, Abhängigkeit der Bestockungstiefe der Getreidearten von einigen Wachstumsfaktoren. Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik, Bd. XVII (1894).

[2]) Schellenberg, Forschungen auf dem Gebiete der Landwirtschaft, Frauenfeld, Verlag von J. Huber. 1902.

bei den schwächlichen. Wenn bei Hafer die Koleoptile besonders lang werde, so komme deren Ansatzstelle entsprechend tiefer in die Erde zu liegen.

Spezifische Sortenunterschiede scheint Schellenberg nicht anzunehmen, wenigstens ist darüber nichts bemerkt.

C. Kraus[1]) legt die Gliederungsverhältnisse im unterirdischen Halmteil von Gerste und Hafer dar, sowie die Abänderungen, welche hierin bei verschiedenen Saattiefen zum Vorschein kommen. Er bemerkt aber, daß zur näheren Aufklärung noch besondere Untersuchungen erforderlich seien. Verfasser hat diese Untersuchungen ausgeführt und zwar unter Erstreckung auch auf Roggen und Weizen.

Sie haben zu den folgenden Ergebnissen geführt:

1. Bei einer Saattiefe von 1,2—3,5 cm schließen sich bei allen Getreiden die Knoten der Anhäufung mehr oder weniger unmittelbar dem Keimlingsknoten an. Höchstens ist das Internodium zwischen dem Keimlingsknoten und den darauffolgenden minimal gestreckt.

Messungen hinsichtlich der Lage des ersten (untersten) Knotens der Anhäufung bei einer Tieflage bis zu 3,5 cm ergaben folgendes:

	Saattiefe in cm	Lage des ersten Bestockungsknotens unter der Erdoberfläche	Zahl der gemessenen Pflanzen
Chevalier-Gerste . . .	bis 3,0	2,5 cm	21
Pirnaer Roggen . . .	„ 2,4	1,2 „	15
Probsteier Roggen . .	„ 3,0	1,9 „	8
Sommerroggen . . .	„ 2,5	1,3 „	18
Frankensteiner Weizen .	„ 2,5	1,3 „	24
Square head-Weizen .	„ 2,6	1,8 „	10
Lupitzer Sommerweizen	„ 2,9	1,4 „	24
Hopetoun-Hafer . . .	„ 3,5	3,0 „	15
Probsteier Hafer . . .	„ 3,5	2,5 „	6

[1]) C. Kraus, Gliederung des Gersten- und Haferhalmes und deren Beziehungen zu den Fruchtständen. Stuttgart, 1905.

Wesentliche Unterschiede bei den einzelnen Getreidegattungen in der Lage der Knotenanhäufung ergaben sich bei obigen Saattiefen demnach nicht.

2. Bei der Tieflage des Saatkornes von 4—6,5 cm streckt sich das erste Internodium beziehungsweise bei Hafer der Keimknoten und hebt die Knotenanhäufung in die Nähe der Erdoberfläche. Der erste Knoten der Anhäufung kommt jedoch bei der Saattiefe von 4—6 cm tiefer zu liegen als bei der Saattiefe von 2—3 cm. Die Tieflage der Knotenanhäufung nimmt also mit der Tieflage des Saatkornes zu. Bei Hafer, Gerste und Weizen im Vergleich miteinander treten hierin merkliche Unterschiede bei obigen Saattiefen noch nicht auf. Dagegen zeigt Roggen bereits bei 4 cm Saattiefe das deutliche Bestreben, das erste Internodium zu strecken und dadurch den ersten Knoten des eigentlichen Stockes möglichst nahe der Erdoberfläche zu bilden. Diesbezügliche Messungen ergaben folgendes:

	Saattiefe in cm	Lage des ersten Bestockungsknotens unter der Erdoberfläche	Zahl der gemessenen Pflanzen
Pirnaer Roggen . . .	4,0—6,2	1,5 cm	14
Probsteier Roggen . .	4,8—6,0	2,0 „	9
Sommerroggen . . .	4,0—5,5	1,8 „	25
Square head-Weizen .	4,1—5,5	2,4 „	10
Lupitzer Sommerweizen	4,2—6,0	3,0 „	17
Hopetoun-Hafer . . .	5,2—6,5	4,0 „	16
Probsteier Hafer . . .	5,5—6,5	3,4 „	8
Probsteier Gerste . . .	4,0—4,7	3,5 „	8

Der Stock des Roggens sitzt ähnlich tief wie bei der geringeren Saattiefe, tiefer dagegen derjenige der übrigen Getreide, die sich also hierin anders verhalten als der Roggen.

Die drei bis fünf Knoten der Anhäufung sind bei Roggen, Weizen und Gerste eng aneinander gedrängt, bei Hafer mehr auseinander gezogen, wodurch das obere Ende der Knotenanhäufung bei Hafer näher der Erdoberfläche zu liegen kommt als bei Weizen

und Gerste, immerhin aber noch mehr davon entfernt als bei Roggen.

3. Bei einer Saattiefe von 7—12 cm ist bei Roggen und Gerste das erste Internodium selten imstande, den Knoten, der zum ersten der Anhäufung wird, bis in die Nähe der Erdoberfläche zu heben; es wird ein zweites Internodium zu Hilfe genommen und der zweite Knoten wird zum ersten Knoten der Anhäufung. Selten wird bei Roggen — nicht aber bei Gerste — ein drittes Internodium zur Hebung der Knotenanhäufung verwendet. In diesem Falle wird dann der dritte Knoten zur ersten der Anhäufung. Bei Hafer streckt sich der Keimknoten, sowie sein erstes Internodium; der erste Knoten der Anhäufung findet sich also an der Spitze des ersten Internodiums. Bei geringer Streckung des Keimknotens wird analog dem Roggen ein zweites gestrecktes Internodium zur Hebung der Knotenanhäufung verlängert; in diesem (seltenen Falle) wird der zweite Knoten zum ersten der Anhäufung.[1])

Die Tieflage der Knotenanhäufung nimmt mit der Tieflage des Saatkornes noch mehr zu.

Dabei machen sich aber bei den einzelnen Getreidearten folgende Unterschiede bemerkbar:

Roggen zeigt auch bei größter Saattiefe das Bestreben, die Bestockung sehr nahe der Erdoberfläche zu bilden. Am tiefsten stehen bei starker Höhe der Erdbedeckung die Knotenanhäufungen der Gerste; weniger tief, aber bedeutend tiefer als bei Roggen, kommt das untere Ende der Knotenanhäufung bei Weizen und Hafer zu stehen. Während ferner die Bestockungsknoten bei Gerste, Weizen und Roggen eng zusammengedrängt sind, strecken sich bei Hafer die zugehörigen Internodien, wodurch die Anhäufung, wie bereits erwähnt, wenigstens zum Teil der Erdoberfläche näher kommt, jedoch nach anderem Modus als bei Roggen. Messungen bezüglich der Lage des ersten Knotens der Anhäufung ergaben folgendes:

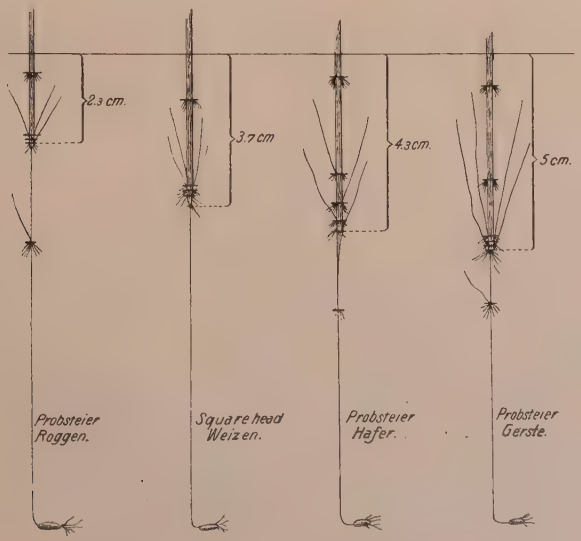
---

[1]) **Bei Weizen vermag das erste Internodium den Bestockungsknoten auch bei tiefster Lage des Saatkorns bis in die Nähe der Erdoberfläche zu heben.**

	Saattiefe in cm	Lage des ersten Bestockungsknotens unter der Erdoberfläche	Zahl der gemessenen Pflanzen
Pirnaer Roggen . .	9,0—12,0	2,6 cm	11
Probsteier Roggen . .	8,0—12,0	2,3 „	6
Sommerroggen . . .	8,5—10,5	2,3 „	22
Square head-Weizen .	9,0—10,7	2,9 „	10
Lupitzer Sommerweizen	8,0—11,3	3,4 „	18
Hopetoun-Hafer . . .	9,5—12,0	4,4 „	17
Probsteier Hafer . .	10,5—12,5	4,1 „	8
Prosteier Gerste . . .	9,0—12,0	5,0 „	9
Chevaliergerste . . .	9,0—12,0	4,6 „	9

Auch die Stellung der Stöcke des Roggens ist bei diesen Saattiefen tiefer geworden; jedoch heben sich Roggen einerseits, Gerste anderseits deutlich von Weizen und Hafer dadurch ab, daß die Stellung seichter beziehungsweise tiefer ist als bei diesen.

Die durchschnittliche Lage der Bestockungsknoten soll nachstehendes Bild veranschaulichen:



Messungen hinsichtlich der Länge des 1. und 2. Internodiums bei Gerste, beziehungsweise des gestreckten Keimknotens und des 1. Internodiums bei Hafer ergaben folgendes:

Probsteier Gerste.

Saattiefe in cm	Länge des 1. Internod. in cm	Länge des 2. Internod. in cm	Lage d. ersten Bestockungsknotens unter der Erdoberfläche
11,0	5,0	1,4	4,1
11,0	5,7	0,6	5,2
12,0	5,0	1,2	5,7
10,5	5,0	0,9	5,5
11,5	6,0	1,2	5,5
11,0	4,8	1,2	4,2
12,0	5,5	1,3	5,3

Probsteier Hafer.

Saattiefe in cm	Länge des gestreckten Keimknotens in cm	Länge des 1. Internod. in cm	Lage d. ersten Bestockungsknotens unter der Erdoberfläche
12,0	5,0	2,6	3,7
11,0	4,6	2,3	4,2
12,5	7,0	2,0	3,4
12,0	5,7	2,1	4,4
11,5	5,3	2,4	4,2
12,0	5,8	2,7	4,3
11,8	6,0	2,2	4,1
11,5	5,5	2,2	4,5

Während demnach die Länge des 1. Internodiums bei Hafer und Gerste annähernd gleich ist (im Durchschnitt von 8 beziehungsweise 7 Pflanzen 5,5 beziehungsweise 5,2 cm), bleibt das 2. Internodium bei Gerste gegenüber dem 2. Internodium bei Hafer in der Streckung zurück. Die Länge des 2. Internodiums beträgt bei Gerste im Durchschnitt 1,1 cm, bei Hafer 2,4 cm.

Die tiefere Lage der Knotenanhäufung bei Gerste dürfte demnach in der geringeren Streckung des 2. Internodiums Erklärung finden.

Von den Knoten der Anhäufung nehmen die Bestockungssprosse den Ausgang; es können aber auch von tiefer liegenden Knoten (mit Ausnahme von Weizen und Hafer) Sprosse entstehen, doch ist die Aussicht der Sproßbildung- und Entwicklung aus höher gelegenen Knoten eine bei weitem größere. Dies gilt sowohl für die gestreckten Halmteile unterhalb der Knotenanhäufung wie für diese selbst. So erklärt sich auch die Beobachtung, daß aus tiefer Saatlage hervorgegangene Roggenpflanzen sich sehr stark bestocken können, vorausgesetzt, daß sie sich noch gehörig kräftigen. Bei Weizen und Gerste blieb die Bestockung stets gering, sobald infolge größerer Saattiefe der Stock zu tief in der Erde stand.

Leider war es dem Verfasser nicht möglich, die Zahl der Seitensprosse und deren Entwicklung zu halmtragenden Ähren bei den einzelnen Getreidearten genau feststellen zu können, da Schädigungen durch die Fritfliege in beiden Versuchsjahren den Bestand an zweifellos regulären Pflanzen derart dezimierten, daß zu diesbezüglichen Untersuchungen Pflanzen in ausreichender Zahl nicht entnommen werden konnten.

Die obigen Feststellungen erweisen, daß die verschiedenen Getreidearten sich gegenüber größeren Saattiefen typisch verschieden verhalten.

Dies bezieht sich nicht bloß auf das Auflaufen, sondern auch auf die Gliederung der unterirdischen Halmteile und dies bedingt wieder erhebliche Unterschiede hinsichtlich der B e st o ck u n g.

Diese grundlegenden Verschiedenheiten in der Entwicklungsweise bei größeren Saattiefen sind für den Ertrag von einschneidender Bedeutung. Sie müssen mit beachtet werden, wenn man die Ergebnisse von Versuchen über Saattiefen richtig erfassen und ursächlich verstehen will.

Witterungstabellen.[1])
1904.

Datum	Temperatur Minimum nach C	Temperatur Maximum nach C	Luft-temperatur nach C gemessen nachm. 4 Uhr	Niederschlags-menge innerhalb 24 Stunden in mm
9. April . . .	15,3	2,0	12,8	—
10. „ . . .	13,0	6,0	8,6	4,5
11. „ . . .	12,6	1,4	11,4	—
12. „ . . .	15,5	0,2	16,8	—
13. „ . . .	25,9	13,0	?	—
14. „ . . .	25,8	4,0	?	—
15. „ . . .	26,8	11,0	?	—
16. „ . . .	36,0	11,0	?	—
18. „ . . .	22,0	7,0	?	—
19. „ . . .	22,3	10,5	?	—
20. „ . . .	25,0	0,5	?	—
21. „ . . .	21,3	0,5	?	—
22. „ . . .	20,9	4,5	?	—
23. „ . . .	15,2	6,5	?	—
24. „ . . .	15,2	8,0	?	—
25. „ . . .	17,0	7,5	9,4	—
26. „ . . .	10,4	5,9	6,4	8,8
27. „ . . .	7,9	1,1	6,0	11,8
28. „ . . .	15,1	2,0	13,0	—
29. „ . . .	16,4	3,2	15,2	—
30. „ . . .	21,5	9,0	19,7	0,9
1. Mai . . .	23,6	5,8	23,3	—
2. „ . . .	24,8	11,3	23,2	—
3. „ . . .	23,3	10,7	13,4	1,6
4. „ . . .	14,4	3,0	5,1	19,1
5. „ . . .	14,9	3,9	14,2	3,0
6. „ . . .	21,1	2,0	19,5	—
7. „ . . .	11,4	2,3	12,6	4,3
8. „ . . .	17,4	4,8	18,2	—
9. „ . . .	17,3	5,0	10,3	1,2
10. „ . . .	16,0	3,0	11,4	2,2
11. „ . . .	16,0	3,1	9,2	4,9
12. „ . . .	16,8	5,6	15,0	1,7
13. „ . . .	18,6	3,8	16,2	—
14. „ . . .	23,1	3,0	22,4	—

[1]) Die Messungen vom 20. März mit 8. April 1904 sind leider abhanden gekommen.

Datum	Temperatur Minimum nach C	Temperatur Maximum nach C	Lufttemperatur nach C gemessen nachm. 4 Uhr	Niederschlagsmenge innerhalb 24 Stunden in mm
15. Mai . . .	26,9	9,1	21,1	—
16. „ . . .	25,4	11,1	24,8	4,6
17. „ . . .	31,1	7,1	30,8	—
18. „ . . .	30,3	5,0	25,0	1,2
19. „ . . .	18,0	11,5	16,4	32,0
20. „ . . .	19,2	5,8	18,4	—
21. „ . . .	17,3	4,0	16,0	2,8
22. „ . . .	20,6	10,0	20,6	5,2
1904.				
15. September .	10,1	15,7	12,3	6,1
16. „ .	8,5	15,3	12,4	6,0
17. „ .	2,0	14,7	11,8	—
18. „ .	1,1	13,6	11,4	—
19. „ .	0,0	12,6	6,7	—
20. „ .	1,0	10,0	8,3	—
21. „ .	1,0	9,2	9,2	—
22. „ .	5,0	11,6	10,8	—
23. „ .	0,1	16,6	14,0	—
24. „ .	2,0	19,7	17,1	—
25. „ .	5,0	21,6	16,8	—
26. „ .	10,0	19,0	15,8	—
27. „ .	9,9	16,4	12,2	3,5
28. „ .	10,1	12,7	11,6	19,3
29. „ .	8,0	13,9	11,9	0,4
30. „ .	6,0	13,7	12,4	—
1. Oktober . .	5,9	18,3	16,3	—
2. „ . .	7,7	19,5	16,7	—
3. „ . .	4,0	18,4	15,6	—
4. „ . .	5,2	16,2	13,4	—
5. „ . .	10,1	17,5	14,4	—
6. „ . .	8,1	16,6	15,4	0,3
7. „ . .	9,3	21,3	17,6	—
8. „ . .	5,0	18,6	8,7	1,0
9. „ . .	2,4	8,7	5,7	3,4
10. „ . .	2,0	7,0	6,6	1,2
11. „ . .	4,2	7,4	6,9	15,6
12. „ . .	4,0	7,4	6,9	—
13. „ . .	5,6	9,4	9,8	0,6

Datum	Temperatur Minimum nach C	Temperatur Maximum nach C	Luft-temperatur nach C gemessen nachm. 4 Uhr	Niederschlagsmenge innerhalb 24 Stunden in mm
1905.				
22. März	0,2	10,2	9,8	—
23. „	0,2	10,0	7,2	—
24. „	2,5	10,0	8,6	0,4
25. „	2,5	11,0	9,0	—
26. „	7,0	11,3	7,6	1,7
27. „	0,1	12,0	7,8	2,0
28. „	5,0	10,3	10,3	4,6
29. „	0,1	12,3	15,0	—
30. „	9,0	17,0	18,0	—
31. „	11,0	16,0	17,0	7,0
1. April	11,0	12,0	12,0	3,5
2. „	10,0	17,0	14,2	—
3. „	9,0	10,0	9,2	1,8
4. „	0,1	12,0	11,4	—
5. „	10,0	16,4	10,0	6,2
6. „	8,0	10,4	4,0	6,7
7. „	0,4	5,2	4,0	—
8. „	0,1	5,0	2,0	9,5
9. „	0,1	9,0	7,0	—
10. „	1,0	19,2	18,1	—
11. „	3,0	19,0	17,0	—
12. „	7,0	15,2	12,3	4,6
13. „	6,0	17,0	15,4	1,7
14. „	3,0	15,4	14,2	—
15. „	1,0	15,0	14,2	—
16. „	1,0	15,0	10,4	—
17. „	2,0	12,0	5,0	—
18. „	2,0	8,0	8,0	0,1
19. „	0,2	10,0	9,1	—
20. „	0,2	13,4	12,4	—
21. „	3,0	15,0	6,0	—
22. „	2,0	8,0	5,4	5,9
23. „	0,0	10,0	7,0	1,0
24. „	0,4	10,0	6,2	2,0
25. „	0,0	11,0	8,4	4,0
26. „	4,0	12,2	10,4	1,2
27. „	5,0	14,0	13,0	11,5
28. „	6,0	19,2	18,3	—
29. „	4,0	18,0	17,3	—
30. „	8,0	18,0	17,0	2,1

An dieser Stelle sei mir gestattet, meinem **hochverehrten** Lehrer, Herrn Professor Dr. **Carl Kraus,** für die mir zuteil gewordenen Ratschläge und Anregungen aufrichtigen Dank auszusprechen.

In gleicher Weise danke ich Herrn Professor Dr. **Franz von Soxhlet** für Überlassung der zur Ausführung meiner Arbeiten benötigten Räumlichkeiten der K. Zentralversuchsstation, sowie für das mir stets bewiesene Wohlwollen.